



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente

Carrera de Ingeniería Agroindustrial

TEMA

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE DIFERENTES FORMULACIONES A BASE DE LAS HARINAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*), QUINUA (*Chenopodium quínoa*) Y OCA (*Oxalis tuberosa*) Y SU UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PANECILLOS”

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

AUTOR

EDGAR GUSTAVO BORJA MONAR

DIRECTOR

Ing. Iván Marcelo García Muñoz Mg.

Guaranda - Ecuador

2018

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE DIFERENTES FORMULACIONES A BASE DE LAS HARINAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*), QUINUA (*Chenopodium quínoa*) Y OCA (*Oxalis tuberosa*) Y SU UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PANECILLOS.

REVISADO Y APROBADO POR

.....
Ing. Iván Marcelo García Muñoz Mg.

DIRECTOR

.....
Dra. María Bernarda Ruilova Cueva PhD.

BIOMETRISTA

.....
Lic. Juan Eloy Bonilla MSc.

REDACCIÓN TÉCNICA

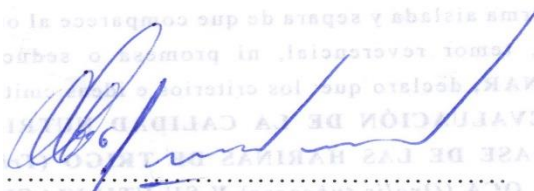
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Edgar Gustavo Borja Monar con C.I. 0202341806, declaro que el trabajo y los resultados presentados en este proyecto de investigación, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

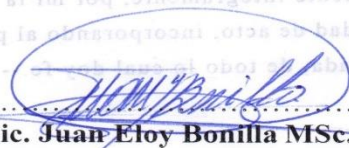
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamentación y la normativa institucional vigente.



Edgar Gustavo Borja Monar
C.I. 0202341806



Ing. Iván Marcelo García Muñoz Mg.
C.I. 0201093960



Lic. Juan Eloy Bonilla MSc.
C.I. 0201159944





DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N° 20170201004P00538

DECLARACIÓN JURAMENTADA

OTORGA:

EDGAR GUSTAVO BORJA MONAR.

CUANTÍA: INDETERMINADA

Di 2 COPIA

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, a los trece días del mes de marzo del año dos mil dieciocho, ante mí **DRA. MSC. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA** comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presentes escritura; el señor **EDGAR GUSTAVO BORJA MONAR**, por sus propios y personales derechos en calidad de **OTORGANTE**. El compareciente declara ser de nacionalidad ecuatoriana, mayor de edad, de estados civil soltero, de ocupación estudiante, domiciliado en el cantón de Guaranda, celular número cero nueve cinco nueve nueve dos dos uno seis nueve, correo electrónico edgarborja3@gmail.com hábil en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quien de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación en base a la cual obtengo la certificación de datos biométricos del Registro Civil, mismo que agrego a esta escritura como documentos habilitantes. Advertido el compareciente por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fue en forma aislada y separa de que comparece al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, declara: Yo, **EDGAR GUSTAVO BORJA MONAR**, declaro que: los criterios e ideas emitidos en el presente trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE DIFERENTES FORMULACIONES A BASE DE LAS HARINAS DE TRIGO (*Triticum aestivum*) QUINUA (*Chenopodium quinoa*) Y OCA (*Oxalis tuberosa*) Y SU UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PANECILLOS. Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que le fue al compareciente íntegramente, por mí la Notaria, aquella se ratifica en todas sus partes y firma conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo lo cual doy fe.-----

SR. EDGAR GUSTAVO BORJA MONAR.
C.C. 020234180-6



DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



Documento [63631212P](#)

Presentado 2018-03-08 16:38 (CS:02)

Presentado por edgarborja@gmail.com

Recibido igarcia.web@analitico Burkund.com

Mensaje Mensaje@ Burkund.com

7% de estas 51 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría Enlace/nombre de archivo

TEMA TESIS FINAL DE BACHILLAR DE CACAO JANIETH Y ROLAND...

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% Archivo de registro URMUD: UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR / TESIS FINAL DE BACHILLAR DE CACAO JANIETH Y ROLAND... 90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

Fuentes alternativas

Fuentes no usadas

90% UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

EVALUACION TESIS FINAL DEL PROYECTO 2018

AUTOR
EDGAR GUSTAVO BORJA NDIWAR

DIRECTOR
ING. MARCELO GARCIA MUÑOZ

BARAHONA - ECUADOR 2018

EVALUACION DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DE DIFERENTES FORMULACIONES A BASE DE LAS HARINAS DE TRIGO (Triticum aestivum), OUBIÑA (Triticoselectum) Y OCA (Ochloa tuberosa) Y SU UTILIZACION EN LA FABRICACION DE PANECILLOS

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico con mucho amor y cariño a mi padre Señor Gustavo Ricardo Borja Carrera, a mi madre Señora Laura Leonor Monar Barragán por apoyarme siempre en los buenos y malos momentos, quienes han sido el pilar fundamental para seguir adelante con la bendición de Dios y la Virgen María.

A mis queridos hermanos Silvana, Alejandro y Augusto quienes han sido mis cómplices y apoyo en todo momento, igualmente a mi querido tío Señor Segundo Alejandro Borja Carrera que siempre quiso verme crecer con humildad y respeto, como ser humano y profesionalmente que fue mi apoyo constante y mi fortaleza para ser mejor en la vida.

A mis maestros, en especial a los miembros del tribunal de mi proyecto de investigación, por sus consejos y enseñanza por compartir sus amplios conocimientos y experiencias.

EDGAR

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado la vida y guiarme por el buen camino, manteniéndome de pie aun cuando a veces todo parecía caer en pedazos.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, por abrirme las puertas a la enseñanza.

A los miembros del tribunal del Proyecto de Investigación: Ingeniero Iván Marcelo García Muños, Director; Doctora María Bernarda Ruilova Cueva, Biometrista; Licenciado Juan Eloy Bonilla, Redacción Técnica; quiénes me guiaron con sus valiosos conocimientos y el apoyo por su colaboración para culminar con éxito mi trabajo de investigación.

A mi tutor Ingeniero Iván Marcelo García Muños por su ayuda incondicional en el desarrollo del proyecto de investigación, ya que con su apoyo y conocimientos logramos concluir la investigación de la mejor manera.

Finalmente, mis sinceros agradecimientos a las personas que confiaron y estuvieron siempre apoyándome.

EDGAR

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| CONTENIDO | Pág. |
|---|-------|
| TEMA..... | i |
| CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE | vii |
| ÍNDICE DE CUADROS | xiii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS | xv |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xvi |
| RESUMEN | xvii |
| SUMARY | xviii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO II | 3 |
| 2. PROBLEMA | 3 |
| 2.1. Planteamiento del problema..... | 3 |
| 2.2. Formulación del Problema | 3 |
| 2.3. Sistematización del problema..... | 4 |
| 2.4. Justificación de la investigación..... | 4 |
| CAPÍTULO III..... | 5 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| 3.1. Trigo..... | 5 |
| 3.1.1. Historia del trigo..... | 5 |

| | | |
|----------|---|----|
| 3.1.2. | Variedades y Estructura del trigo | 6 |
| 3.1.3. | Composición nutricional del trigo..... | 6 |
| 3.1.3.1. | Proteína..... | 8 |
| 3.1.3.2. | Hidratos de carbono | 8 |
| 3.1.3.3. | Enzimas | 9 |
| 3.1.3.4. | Gluten | 9 |
| 3.1.3.5. | Almidón..... | 10 |
| 3.1.4. | Producción de trigo Mundial..... | 10 |
| 3.1.5. | Producción de trigo Nacional..... | 10 |
| 3.1.6. | Producción de trigo regional | 11 |
| 3.2. | Quinua | 11 |
| 3.2.1. | Historia de la quinua | 12 |
| 3.2.2. | Estructura general..... | 13 |
| 3.2.3. | Valor nutricional | 14 |
| 3.2.3.1. | Proteínas | 15 |
| 3.2.3.2. | Hidratos de carbono y fibra..... | 16 |
| 3.2.3.3. | Lípidos..... | 16 |
| 3.2.3.4. | Vitaminas | 17 |
| 3.2.3.5. | Minerales | 18 |
| 3.2.4. | Producción de quinua Mundial | 18 |
| 3.2.5. | Producción de quinua Nacional..... | 19 |
| 3.2.6. | Producción de quinua Regional..... | 19 |
| 3.2.7. | Usos de la quinua | 19 |
| 3.2.8. | Alimentación Humana..... | 20 |
| 3.3. | Oca | 20 |
| 3.3.1. | Clasificación y denominaciones..... | 20 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3.3.2. | Variedades | 20 |
| 3.3.3. | Valor nutritivo | 21 |
| 3.3.4. | Usos tradicionales | 21 |
| 3.3.5. | Producción Mundial | 22 |
| 3.3.6. | Producción Nacional | 22 |
| 3.3.7. | Producción regional..... | 22 |
| 3.4. | Harina | 23 |
| 3.4.1. | Características de la harina..... | 23 |
| 3.4.2. | Harina de trigo..... | 23 |
| 3.4.3. | Composición de la harina de trigo..... | 24 |
| 3.4.3.1. | Almidón..... | 25 |
| 3.4.3.2. | Gluten | 25 |
| 3.4.3.3. | Lípidos..... | 25 |
| 3.4.3.4. | Fibra | 25 |
| 3.4.3.5. | Proteína..... | 26 |
| 3.4.4. | Investigaciones realizadas con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas alternativas..... | 26 |
| 3.5. | Pan..... | 29 |
| 3.5.1. | Componentes principales en el proceso de panificación..... | 29 |
| 3.5.1.1. | Agua | 29 |
| 3.5.1.2. | Levadura..... | 30 |
| 3.5.1.3. | Sal y Sacarosa..... | 30 |
| 3.6. | El estado nutricional de los niños en el Mundo | 30 |
| 3.6.1. | Desnutrición crónica | 30 |
| 3.6.2. | Desnutrición global | 31 |
| 3.6.3. | Desnutrición aguda..... | 31 |

| | | |
|-------------------|---|----|
| 3.7. | El estado nutricional de los niños en el Ecuador..... | 31 |
| 3.8. | El estado nutricional de los niños en la Provincia Bolívar..... | 32 |
| CAPÍTULO IV | | 33 |
| 4. | MARCO METODOLÓGICO | 33 |
| 4.1. | Localización de la investigación | 33 |
| 4.2. | Situación geográfica y climática | 33 |
| 4.3. | Zona de vida | 34 |
| 4.4. | Recursos institucionales | 34 |
| 4.5. | Materiales | 34 |
| 4.5.1. | Material experimental | 34 |
| 4.5.2. | Material de planta..... | 35 |
| 4.5.3. | Material de laboratorio | 35 |
| 4.5.4. | Material de oficina | 35 |
| 4.5.5. | Equipo de medición de fuerza de gluten | 36 |
| 4.6. | Método | 36 |
| 4.6.1. | Método inductivo | 36 |
| 4.6.2. | Método deductivo..... | 36 |
| 4.6.3. | Método histórico-comparativo | 37 |
| 4.6.4. | Método experimental..... | 37 |
| 4.7. | Factores de estudio | 37 |
| 4.7.1. | Combinación de los Tratamientos..... | 38 |
| 4.7.2. | Descripción del diseño experimental | 38 |
| 4.7.3. | Tipo de diseño experimental | 38 |
| 4.7.4. | Técnicas estadísticas | 39 |
| 4.8. | Análisis económico/beneficio | 40 |
| 4.8.1. | Mediciones experimentales | 40 |

| | | |
|------------------|---|----|
| 4.8.1.1. | En la materia prima | 40 |
| 4.8.1.1.1. | Análisis fisicoquímicos | 40 |
| 4.8.1.1.2. | Análisis reológicos | 41 |
| 4.8.1.2. | En el producto procesado | 41 |
| 4.8.1.2.1. | Análisis sensorial..... | 41 |
| 4.8.1.2.2. | Análisis fisicoquímicos | 41 |
| 4.8.1.2.3. | Análisis microbiológicos..... | 41 |
| 4.8.2. | Metodología experimental..... | 42 |
| 4.8.2.1. | Descripción del experimento para la obtención de harina de oca | 42 |
| 4.8.2.2. | Descripción del proceso de elaboración de panecillos..... | 45 |
| 4.9. | Formulación del panecillo..... | 48 |
| CAPÍTULO V | | 49 |
| 5. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 49 |
| 5.1. | Análisis estadístico de las mezclas de las harinas | 49 |
| 5.1.1. | Humedad | 49 |
| 5.1.2. | Carbohidratos | 51 |
| 5.1.3. | Proteína..... | 52 |
| 5.1.4. | Fibra | 54 |
| 5.2. | Análisis estadístico de la propiedad reológica de la fuerza de gluten | 56 |
| 5.3. | Análisis estadístico de la evaluación sensorial de los panecillos | 58 |
| 5.3.1. | Color..... | 58 |
| 5.3.2. | Olor..... | 60 |
| 5.3.3. | Sabor..... | 61 |
| 5.3.4. | Textura | 63 |
| 5.3.5. | Aceptabilidad | 64 |
| 5.4. | Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento T6..... | 66 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| 5.5. | Análisis microbiológico del mejor tratamiento T6 | 67 |
| 5.6. | Análisis de costo/beneficio del mejor tratamiento T6..... | 68 |
| CAPITULO VI..... | | 70 |
| 6. | COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS | 70 |
| 6.1. | Hipótesis Alternativa (H _i) | 70 |
| 6.2. | Prueba T para una media..... | 70 |
| CAPÍTULO VII | | 72 |
| 7. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 72 |
| 7.1. | Conclusiones | 72 |
| 7.2. | Recomendaciones..... | 73 |
| BIBLIOGRAFÍA | | 75 |
| ANEXOS | | 78 |

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO N° | DESCRIPCIÓN | Pág. |
|------------------|--|-------------|
| 1. | Comparación de los valores del grano (comestible 100g) | 7 |
| 2. | Comparación de los valores del grano (comestible 100g) | 14 |
| 3. | Composición química del trigo y otros cereales | 21 |
| 4. | Caracterización físico química de la harina de trigo | 24 |
| 5. | Componentes de la harina de trigo | 24 |
| 6. | Proteínas de la harina de trigo | 26 |
| 7. | Localización de la investigación | 33 |
| 8. | Parámetros Geográficos y Climáticos | 33 |
| 9. | Factores de estudio del experimento | 37 |
| 10. | Combinaciones de A x B | 38 |
| 11. | Características del diseño experimental | 39 |
| 12. | Esquema de análisis de varianza (ADEVA) | 40 |
| 13. | Formulación del panecillo | 48 |
| 14. | Análisis de varianza para la variable humedad | 49 |
| 15. | Prueba de Tukey para la variable humedad | 50 |
| 16. | Análisis de varianza para la variable carbohidratos | 51 |
| 17. | Prueba Tukey para la variable carbohidratos | 51 |
| 18. | Análisis de varianza para la variable proteína | 52 |
| 19. | Prueba de Tukey para la variable proteína | 53 |
| 20. | Análisis de varianza para la variable de fibra | 54 |
| 21. | Prueba de Tukey para variable fibra | 55 |
| 22. | Análisis de varianza para la variable fuerza de gluten | 56 |
| 23. | Prueba Tukey para la variable fuerza de gluten | 57 |
| 24. | Análisis de la varianza del atributo color | 58 |
| 25. | Prueba de Tukey del atributo color | 59 |
| 26. | Análisis de la varianza del atributo olor | 60 |
| 27. | Prueba de Tukey del atributo olor | 60 |
| 28. | Análisis de varianza del atributo sabor | 61 |
| 29. | Prueba de Tukey del atributo sabor | 62 |

| | |
|---|----|
| 30. Análisis de varianza del atributo textura..... | 63 |
| 31. Prueba de Tukey del atributo textura | 63 |
| 32. Análisis de varianza del atributo aceptabilidad..... | 64 |
| 33. Prueba de Tukey del atributo aceptabilidad | 65 |
| 34. Resultados de los análisis fisicoquímicos del panecillo T6 | 67 |
| 35. Resultados de los análisis microbiológicos del panecillo T6..... | 67 |
| 36. Análisis de costo y beneficio del mejor tratamiento T6 para la elaboración de panecillos. | 68 |
| 37. Verificación de hipótesis..... | 70 |
| 38. Datos de la evaluación sensorial | 81 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| GRÁFICO N° | DESCRIPCIÓN | Pág. |
|-------------------|---|-------------|
| 1. | Diagrama de flujo para la obtención de harina de oca | 44 |
| 2. | Diagrama de flujo de la elaboración de panecillos | 47 |
| 3. | Medias de la variable humedad..... | 50 |
| 4. | Medias de la variable de carbohidratos | 52 |
| 5. | Medias de la variable Proteína | 54 |
| 6. | Medias de la variable fibra..... | 56 |
| 7. | Medias de la fuerza del gluten | 58 |
| 8. | Perfil de los tratamientos para el atributo color | 59 |
| 9. | Perfil de los tratamientos para el atributo olor | 61 |
| 10. | Perfil de los tratamientos para el atributo sabor..... | 62 |
| 11. | Perfil de los tratamientos para el atributo textura | 64 |
| 12. | Perfil de los tratamientos para el atributo aceptabilidad | 65 |
| 13. | Perfil general de las medias de los tratamientos | 66 |
| 14. | Comprobación de Hipótesis | 71 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO N° | DESCRIPCIÓN | Pág. |
|-----------------|--|-------------|
| 1. | Ubicación de la investigación | 78 |
| 2. | Hoja de evaluación sensorial..... | 79 |
| 3. | Calificaciones de la evaluación sensorial..... | 81 |
| 4. | Fotografías del proceso de la obtención de la harina de oca..... | 84 |
| 5. | Fotografías del proceso de elaboración de panecillos..... | 85 |
| 6. | Fotografías del proceso de la evaluación sensorial | 87 |
| 7. | Análisis físico-químicos de la mezcla de las harinas de trigo, quinua y oca | 88 |
| 8. | Análisis físico-químicos del producto terminado T6 (Panecillos)..... | 89 |
| 9. | Análisis microbiológico del producto terminado T6 (Panecillos) | 90 |
| 10. | Glosario de términos | 91 |

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Complejo Agroindustrial. Tuvo como objetivo general evaluar la calidad nutricional de diferentes formulaciones a base de las harinas de trigo (*triticum aestivum*), quinua (*chenopodium quínoa*) y oca (*oxalis tuberosa*) y su utilización en la elaboración de panecillos. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar A x B (DBCA) con dos repeticiones a las mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, asimismo se utilizó en el análisis sensorial para la determinación del mejor tratamiento, que se basó en la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos. El análisis estadístico se utilizó el programa (Infostat). Los porcentajes de sustitución de la harina de trigo fueron de 5, 10 y 15%, tanto para la harina de quinua como para la harina de oca. Se realizó el análisis físico-químico de la mezcla de las harinas (humedad, cenizas, carbohidratos, proteína y fibra), que se observaron incrementos en el porcentaje a medida que se incrementó el nivel de sustitución de la harina de trigo por la harina de quinua y oca. En la masa se determinó la fuerza de gluten, que se observaron cambios durante el proceso de amasado, apreciándose pérdidas de elasticidad debido a la sustitución parcial de la harina de trigo. Mientras que en el producto terminado se determinó las características físico-químicas (humedad, cenizas, proteína y fibra), microbiológicas (Coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras), presentaron valores <10 por lo que el producto no presentó ningún tipo de contaminación alguna. El panel de catadores en una escala de 1 - 5 puntos, proporcionó una valoración de bueno (3) al tratamiento T6. Se determinó la relación costo/beneficio al tratamiento T6 con el código A2B3C1 (Harina de oca 10%, harina de quinua 15% y harina de trigo 75%) se estableció que el costo total de producción para la elaboración del mejor tratamiento es \$5.58, teniendo la relación del costo beneficio \$1.42, es decir, por cada \$1,00 invertido se obtendrá una ganancia de 42 centavos de utilidad.

SUMMARY

This research was developed at the State University of Bolivar, Faculty of Agricultural Sciences, Natural Resources and the Environment, Agroindustrial Engineering Career, Agroindustrial Complex. Its general objective was to evaluate the nutritional quality of different formulations based on wheat flours (*triticum aestivum*), quinoa (*chenopodium quinoa*) and oca (*oxalis tuberosa*) and their use in the preparation of bread rolls. A completely randomized block design A x B (DBCA) with two replications was applied to the mixtures of wheat, quinoa and oca flours, and was also applied in the sensory analysis to determine the best treatment, which was based on the Tukey test at 5% to compare averages of treatments. Statistical analysis was used the program (Infostat-Version 2017). The substitution percentages of wheat flour were 5, 10 and 15%, both for quinoa flour and for goose meal. The physical-chemical analysis of the mixture of flours (moisture, ash, carbohydrates, protein and fiber) was carried out. Increases in the percentage were observed as the level of substitution of wheat flour by quinoa flour increased. and oca. In the dough the gluten strength was determined, changes were observed during the kneading process, appreciating elasticity losses due to the partial replacement of the wheat flour. While the physical-chemical characteristics (moisture, ash, protein and fiber), microbiological (total coliforms, E. coli, molds and yeasts) were determined in the finished product, they showed values <10, so the product did not present any type of any contamination. The panel of tasters on a scale of 1 - 5 points, provided an assessment of good (3) to treatment T6. The cost / benefit relation to the T6 treatment was determined with the code A2B3C1 (10% oca flour, 15% quinoa flour and 75% wheat flour) it was determined that the total production cost for the preparation of the best treatment is \$ 5.58, having the cost benefit ratio \$ 1.42, that is, for every \$ 1.00 invested, a profit of 42 cents will be obtained.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El pan es sin duda un alimento que forma parte de la dieta de las personas alrededor del mundo sin importar su condición social, ya que en su forma más básica se elabora con harina, agua, sal, azúcar y levadura (Salgado Nava y Jimenez Munguía, 2012).

Los panes funcionales son aquéllos que proporcionan un efecto beneficioso para la salud más allá de su función básica nutricional, representan una alternativa interesante, ya que el pan se encuentra entre los alimentos más consumidos en muchos países. Harinas de quinua son consideradas como una fuente interesante para su utilización en el diseño de panes funcionales, aumentando el aporte de fibra y de minerales (Zuleta *et al.*, 2012).

Díaz y Fernández, (2012) determinaron que el reemplazo parcial de la harina de trigo puede mejorar el perfil nutricional de productos horneados, pero al mismo tiempo generar una disminución de su calidad sensorial.

El trigo es uno de los cereales más usados para la producción de alimentos básicos como el pan, por su propiedad de formar una masa que pueda atrapar los gases producidos por levaduras durante la fermentación, dando una estructura esponjosa como resultado; pero en la actualidad de la creciente demanda por alimentos más saludables y variados a nivel nacional, ha llevado a la elaboración de productos de panificación con un reemplazo total o parcial de la harina de trigo por harinas de otros cereales, mejorando así la calidad nutricional (Díaz y Hernández, 2012).

El uso de la harina de quinua ha mostrado efectos positivos en la calidad nutricional de panes con sustituciones en pequeñas cantidades, pero se ha determinado que pseudocereal de la quinua presentan perfiles reológicos diferentes al trigo, lo cual afecta el perfil sensorial de estos productos (Díaz y Hernández, 2012).

El tubérculo de la oca constituye una fuente de recursos poco conocidos y explotados que representan posibilidades para la agricultura, la alimentación, la agroindustria y el comercio internacional. Las ocas presentan alta variabilidad en relación a su valor nutricional y la mayoría tiene incluso valores nutritivos tan buenos o mejores que la papa (León Marroú *et al.*, 2011).

Esto ha motivado para realizar el presente trabajo de investigación el cual tiene como propósito difundir las bondades nutritivas de la harina de trigo, quinua y oca en la elaboración de panecillos que va dirigido a todas las personas de cualquier edad y de esta manera incentivar al consumo del mismo para que así personas de bajos recursos económicos tengan una dieta equilibrada tratando de esta forma mejorar el déficit muy alto de proteínas en la alimentación campesina de la sierra ecuatoriana.

Para la siguiente investigación se citaron los siguientes objetivos:

- Caracterizar las mezclas mediante pruebas físico-químicas (humedad, cenizas, carbohidratos, proteína y fibra) de las formulaciones para la elaboración de los panecillos.
- Determinar el análisis reológico de la fuerza del gluten de las diferentes formulaciones de harinas para la elaboración de panecillos.
- Evaluar las características físico-químicas (humedad, cenizas, proteína y fibra), microbiológicas (coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras), y organolépticas (color, olor sabor, textura y aceptabilidad) del mejor tratamiento.
- Realizar el costo/beneficio.

CAPÍTULO II

2. PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

En el Ecuador la variabilidad de tipos de pan es carente debido a la falta de investigaciones en cuanto al comportamiento reológico de la mezcla de la harina de trigo con otras harinas de diferentes cereales y tubérculos, además de la falta de políticas públicas que fomenten la producción e industrialización de estas harinas como fuentes alternativas en la producción de alimentos con altos contenidos nutricionales. La situación económica de la población ecuatoriana ha desmejorado en los últimos años y a causa de ello prevalecen los diferentes grados de desnutrición, especialmente en los niños.

La Provincia de Bolívar cuenta con diversos productos de panificación, pero no existe productos nutricionales e innovadores que vayan a satisfacer necesidades y deseos que buscan hoy en día los consumidores para mejorar sus estilos de vida en los problemas de desnutrición.

Esta realidad está vigente en la zona de producción de las materias primas, como es el caso de la oca situación que complica y continuará complicando por el desconocimiento del valor nutricional; y, la inadecuada comercialización, que conlleva a que los productores no cuentan con fuentes de trabajo y busquen otras alternativas de producción para mejorar sus ingresos económicos.

2.2. Formulación del Problema

Planteamiento de la pregunta de investigación:

¿La elaboración de panecillos con la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de quinua y oca influirá la calidad nutricional de los panecillos?

2.3. Sistematización del problema

Se plantea otras interrogantes consideradas necesarias:

- ¿Cuál son las propiedades físico-químicas que presentan las mezclas de la harina de trigo, quinua y oca?
- ¿Cuál es la metodología utilizada para la obtención de la harina de oca?
- ¿Cuáles son las etapas del proceso de la elaboración de panecillos?
- ¿Cuál son las propiedades físico-químicas, microbiológicas y sensoriales que presenta los panecillos a partir de la mezcla de harinas de trigo, quinua y oca?

2.4. Justificación de la investigación

Al disponer de nuevas materias primas en la sustitución parcial de la harina de trigo con la harina de quinua y oca, en la elaboración de panecillos podrá ser aprovechada eficientemente y consumida en mayor cantidad para todas las personas sin importar su condición social, tenga una dieta equilibrada mejorando su estilo de vida con un producto nutricional e innovador.

Con este proyecto se pretende mejorar un problema real que se presenta en la juventud actual con la finalidad de mejorar sus hábitos alimenticios con un producto nutricional que beneficie a la salud y prolongar su ciclo de vida. Siendo el pan uno de los alimentos más consumido en la dieta de las personas.

Las harinas de trigo, quinua y oca se convierten en una alternativa para enfrentar los graves problemas alimenticios. Por esta situación el objetivo de esta investigación fue la elaboración de un producto nutricional e innovador que vaya a satisfacer necesidad y deseos que buscan los consumidores hoy en día para enfrentar los graves problemas de desnutrición, con la elaboración de panecillos de las mezclas de harinas de trigo, quinua y oca, que cumplan las exigencias de calidad e inocuidad.

CAPÍTULO III

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Trigo

El trigo pertenece a la familia de las gramíneas y es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto con el arroz y el maíz. Además, es el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. En el mundo, el trigo es asociado principalmente como producto panificable, destinado a la alimentación humana (Barberis, 2014).

Las proteínas que se encuentran en el trigo como las proteínas del gluten le proporcionan a la masa de trigo una funcionalidad que a diferencia de otras harinas de cereales no le proporcionan; desde el punto de vista reológico la masa de harina de trigo se comporta como un fluido visco-elástico lo cual hace que la masa tenga la propiedad de ser elástica y poder estirarse (De la Vega, 2009).

Mediante las características reológicas se puede clasificar la harina de trigo en varios grupos de acuerdo a su uso, estos son: para panificación, para elaboración de pastas y para elaboración de galletas (De la Vega, 2009).

3.1.1. Historia del trigo

En la antigüedad, la diosa griega Deméter, que significa señora, era considerada la diosa de la alimentación, en particular del pan y la agricultura. En la mitología romana, su equivalente es Ceres, derivando de esta el nombre cereal (Juárez *et al.*, 2014).

El trigo es uno de los cereales que más aparece en la literatura occidental, incluso en la Biblia es citado hasta 40 veces, y en la parábola del sembrador hace alusión a la bondad. Su origen se remonta a la antigua Mesopotamia; las evidencias más

antiguas provienen de Siria, Irak, Turquía y Jordania. Existen hallazgos de restos de grano de trigo que datan del año 6700 a.C. Fue introducido en México por los españoles en el año 1520 y luego llevado a sus demás colonias (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.2. Variedades y Estructura del trigo

Las variedades del trigo actuales (*Triticum aestivum*) han evolucionado por diferenciación genómica y por cruzamiento con trigos silvestres. Las tres especies originales, conocidas como trigos antiguos, son espelta (*Triticum spelta*), farro (*Triticum diococcum*) y escanda (*Triticum monococcum*). Una ventaja de los trigos antiguos es que retienen su cascarilla, que protege al grano maduro del ataque de insectos y se elimina antes del procesamiento del grano; en cambio, en los granos actuales esta cascarilla se trilla fácilmente durante la cosecha (Juárez *et al.*, 2014).

El fruto de los cereales se denomina botánicamente cariósipide. El grano de trigo tiene una forma ovalada y sus extremos redondeados, sobresaliendo el germen en uno de ellos y en el otro, un mechón de finos pelos (pincel). El trigo está formado por tres partes principales: endospermo, salvado y germen. La mayor parte del salvado la constituye el pericarpio que está formado por la epidermis, el epicarpio y el endocarpio; contiene vitaminas, minerales y gran cantidad de proteínas. Entre el salvado y el endospermo se encuentra la capa de aleurona que cumple un papel muy importante en el desarrollo del embrión durante la germinación. El endospermo, por su parte, es el depósito de alimento para el embrión y constituye el 82% del peso del grano. Está compuesto por almidón, proteínas y en menor proporción celulosas; además, tiene una baja proporción de vitaminas y minerales. El germen de trigo es rico en vitaminas del grupo B y E, y también contiene grasas, proteínas y minerales (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.3. Composición nutricional del trigo

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa),

compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: albúmina, globulina, prolaminas, residuo y gluteninas), lípidos (ácidos grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoleico, oleico, linoleico, linolénico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (β -amilasa, celulasa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos. Estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda está reducida, casi exclusivamente al salvado y la proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales se encuentran en el endospermo, la quinta parte en el germen y el resto en el salvado. Más de la mitad de las sustancias minerales totales están presentes en el pericarpio, testa y aleurona (Montoya *et al.*, 2010).

La composición del grano de trigo puede variar de acuerdo a la región, condiciones de cultivo y año de cosecha. También la calidad y cantidad de nutrientes dependen de las especies de los trigos que influirán en sus propiedades nutritivas y funcionales, en general, el grano maduro está compuesto por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, lípidos, minerales y agua, junto con trazas de vitaminas, enzimas y otras sustancias (Juárez *et al.*, 2014).

Cuadro N° 1. Comparación de los valores del grano (comestible 100g)

| Composición | Quínoa | Arroz | Cebada | Trigo | Maíz | Centeno | Sorgo |
|---------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|----------------|--------------|
| Lípido (g) | 6.07 | 0.55 | 1.3 | 2.47 | 4.74 | 1.63 | 3.46 |
| Proteína (g) | 14.12 | 6.81 | 9.91 | 13.68 | 9.42 | 10.34 | 10.62 |
| Ceniza (g) | 2.7 | 0.19 | 0.62 | 1.13 | 0.67 | 0.98 | 0.84 |
| Fibra (g) | 7.0 | 2.8 | 15.6 | 10.7 | 7.3 | 15.1 | 6.7 |
| Hidratos de carbono | 64.16 | 81.68 | 77.72 | 71.13 | 74.26 | 75.86 | 72.09 |
| Energía (Kcal) | 368 | 370 | 352 | 339 | 365 | 338 | 329 |

Fuente: (Navruz-Varli y Sanlier, 2016)

3.1.3.1. Proteína

Las proteínas que acompañan al almidón, tienen una buena tasa de digestibilidad; sin embargo, dado su bajo porcentaje (8 al 16%) y a la ausencia de los aminoácidos esenciales lisina, triptófano y treonina, se considera al trigo de calidad proteica baja para las primeras etapas de vida del humano. La cantidad de proteínas en el grano depende de las condiciones ambientales y de su genotipo, el mayor porcentaje está en el germen y la capa de aleurona. Las proteínas pueden dividirse en dos grupos: las proteínas del gluten o de almacenamiento y las proteínas que no forman gluten, englobando a la mayoría de las enzimas. Las albúminas y globulinas se encuentran en el germen, el salvado y la aleurona, y en menor proporción en el endospermo, conteniendo un buen balance de aminoácidos. Las prolaminas y gluteninas se encuentran en el endospermo, distinguiéndose por sus altas concentraciones de glutamina y prolina (Juárez *et al.*, 2014).

Las proteínas son las que otorgan principalmente la capacidad de esponjamiento de la harina de trigo, además del almidón y los lípidos. Las glutelinas y gliadinas forman el gluten que, junto con los lípidos y el agua, son responsables de las propiedades de viscoelasticidad y cohesividad de la masa panadera (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.3.2. Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono totales constituyen del 70 al 87% de la materia seca total y son los componentes más importantes, de los cuales aproximadamente el 64% es almidón y el resto carbohidratos solubles e insolubles que constituyen la fibra dietética. La fracción insoluble está compuesta principalmente por celulosa y hemicelulosa, encontrándose en las envolturas del grano y no es digerible para el humano, aunque puede ser desdoblada en el intestino grueso. Este desdoblamiento, llamado hidrólisis, baja el pH intestinal por la producción de ácidos grasos de cadena corta y es lo que se asocia a la disminución del colesterol en sangre; esta

fibra baja, además, la disponibilidad de los minerales y ayuda a reducir la absorción de glucosa, lo que beneficia a los diabéticos (Juárez *et al.*, 2014).

La fibra dietética soluble está formada por β -glucanos y pentosanos que, principalmente, se encuentran en las paredes celulares. Alteran el tránsito intestinal y la absorción de nutrientes, activando los movimientos peristalticos que previenen o combaten la dificultad (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.3.3. Enzimas

Las enzimas, además del gluten, sobresalen por su importancia funcional. Las principales enzimas hidrolíticas que actúan sobre los hidratos de carbono son α - y β -amilasas, celulasas, enzimas desramificantes, β -glucosidasas y glucosidasas. El trigo también contiene enzimas proteolíticas (endopeptidasas y exopeptidasas), lipasas, estererasas, fosfatasas, fitasas y lipooxigenasas. Así también, se encuentran presentes varios tipos de lípidos como ácidos grasos, glicéridos simples, galactoglicéridos, fosfoglicéridos, esteroides, esfingolípidos, carotenoides, dioles, tocoferoles e hidrocarburos (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.3.4. Gluten

El gluten, por su alto contenido en prolina (14% del total de aminoácidos) no posee una conformación helicoidal, favoreciendo que los grupos amida de la glutamina (37% del total de aminoácidos) formen puentes de hidrógeno intramoleculares e intermoleculares; sumado a esto, el gluten también es rico en cisteína que permite la formación de puentes disulfuro intermoleculares e intramoleculares, los cuales se forman durante el amasado. Las interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas ayudan a que los polímeros se orienten longitudinalmente originando una red elástica y cohesiva para la formación del esponjado producido por la generación de CO₂, producto de la fermentación (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.3.5. Almidón

El almidón es el hidrato de carbono más importante en todos los cereales, ya que la energía es almacenada de esta forma. El alto contenido de almidón en el trigo y en los cereales en general, hace que sean considerados fuente de energía en la dieta, además, es totalmente digerible en el sistema digestivo (Juárez *et al.*, 2014).

3.1.4. Producción de trigo Mundial

El trigo es uno de los cereales primarios de mayor producción en el mundo, es así que, para el año 2015 la producción mundial del grano experimentó un leve aumento desde el año 2014, es decir 5.65 millones de toneladas más del cereal se incrementó a 734.6 millones de toneladas, convirtiéndose en una cifra récord. Aportaron los países de China, Rusia y en menor cantidad la Unión Europea (MAGAP, 2015).

La producción mundial de trigo en el año 2015 subió ligeramente en 1%, para ubicarse en 734.6 millones de toneladas. No obstante, tanto las importaciones como las exportaciones descendieron, lo cual hace presumir que aumentó al autoconsumo en los países productores (MAGAP, 2015).

3.1.5. Producción de trigo Nacional

La producción de trigo en el Ecuador está distribuida a lo largo del callejón interandino, en zonas comprendidas entre los 2.000 a 3.000 metros de altura. No se puede establecer zonas específicas de producción, pues las condiciones ambientales para cultivar el trigo se dan por igual en toda la serranía, sin embargo, las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, cañar y Loja registran el mayor aporte de grano a la molienda y mayor superficie sembrada (Garófalo *et al.*, 2011).

La producción doméstica de trigo abastece apenas con el 2% de la demanda nacional. Para el año 2015, según reporte del INEC, la producción cayó un tercio respecto al año 2014. Situación que se debe a la pérdida de 360 hectáreas de

superficie sembrada, a causa de la sequía un 47%, seguido de plagas un 25%, la diferencia del 28% obedeció a otros siniestros (MAGAP, 2015).

El trigo al ser un producto básico en la alimentación ecuatoriana, para el año 2015 su consumo per cápita se estimó en 43 kilos, a través de pan, galletas y otras formas; por lo que, tanto las instituciones públicas como la privadas, hacen esfuerzos para la recuperación de terrenos sobretodo improductivos, con la finalidad de producir la gramínea con semilla certificada (MAGAP, 2015).

3.1.6. Producción de trigo regional

El cultivo de trigo en la provincia de Bolívar ocupa el segundo lugar a nivel nacional con una producción de 1.015 hectáreas, en zonas de Santa fe, Julio Moreno, la magdalena, la asunción entre otras. Pero la producción de trigo es muy escasa que no abastece al mercado debido a que la mayor parte se destina a la industria. Además, a nivel de productor, el precio promedio del quintal de trigo registrado en la provincia de Bolívar se fijó en USD 60.00 (MAGAP, 2015).

3.2. Quinua

La planta de quinua (*Chenopodium quínoa*) pertenece a la familia Chenopodiaceae, que también incluye espinaca y remolacha. Hay alrededor de 250 especies de esta familia en todo el mundo y es una planta endémica peculiar a América del Sur. Sin embargo, fue domesticado por personas que viven en los Andes, particularmente en Perú y Bolivia, hace miles de años. La más antigua quínoa arqueológica se remonta a 5000 a. c. Mientras que los idiomas locales usan nombres diferentes, como supha, suba, jupha y dahue para referirse a la quínoa, se llama quinua en especialmente Bolivia, Perú, Ecuador, Argentina y Chile. Debido a su rico contenido en proteínas y su increíble equilibrio de aminoácidos esenciales, ha sido consumido por la gente como una planta sagrada (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Llama la atención con su alto valor nutritivo y, lo que es más importante, es altamente resistente al clima y condiciones del suelo. Las semillas como sus hojas constituyen las partes comestibles, son las semillas las que más se investigan en términos económicos y científicos. Aunque tiene las características de los granos, se considera pseudo-cereal e incluso pseudo-semilla ya que no pertenece a la familia gramíneas, tiene características botánicas, como la inflorescencia del tipo de racimo, y posee un equilibrio de proteínas y lípidos (aminoácidos azufrados y lisina) (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Al igual que el arroz, sus semillas se consumen en sopas, haciéndolas soplar para elaborar cereales para el desayuno, o por harina para producir productos horneados como pan, galletas, pasta, patatas fritas, tortilla y panqueque (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Además, las semillas de quinua pueden ser fermentadas para hacer cerveza o una especie de bebida alcohólica tradicional utilizada para una ceremonia religiosa llamada chicha en América del Sur (FAO, 2011). También se utiliza como una fuente nutricional rica en la alimentación de animales de granja, como el ganado vacuno, cerdos o aves de corral (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.1. Historia de la quinua

La domesticación de la quínoa estaría situada alrededor de 5.000 años a.C. Otros autores como Núñez, (2013) mencionan que en el norte de Chile lo mismo habría ocurrido hace 3.000 años a.C. Según las investigaciones, la quínoa fue considerada una planta sagrada. El primer español que menciona la existencia de la quínoa fue Valdivia (1551) informa a su Rey Carlos I la existencia y uso del maíz, papas y quínoa en el sur de Chile. Por otro lado, el Inca Garcilazo de la Vega, (1609) menciona a la quínoa como uno de los alimentos utilizados en el Imperio Inca e incluso se menciona que los granos de quínoa fueron embarcados a España pero que tuvieron problemas en la viabilidad lo que hizo imposible su cultivo (INTA, 2013).

3.2.2. Estructura general

Similar a los cereales, la semilla se disemina dentro del fruto, de ahí, la denominación de grano. En este caso, el pericarpio es una estructura delgada y papirácea, fácilmente separable de la semilla. Está constituido por una única capa de células papilosas, que derivan de la pared externa del ovario; las capas subyacentes de la pared ovárica desaparecen durante el desarrollo (Burrieza *et al.*, 2013).

La semilla está recubierta por la testa y el tegmen, cada uno de estos segmentos está constituido por dos capas celulares de espesor. En la madurez, la capa externa de la testa (exotesta) constituye una capa impermeable que protege los tejidos internos de la semilla; sus células presentan la pared tangencial externa fuertemente engrosada. La endotesta y el tegmen resultan totalmente colapsados durante el desarrollo (Burrieza *et al.*, 2013).

La existencia de tres áreas de reserva en las semillas de quínoa: un perisperma predominante y central, un embrión periférico medio y un endosperma. El embrión es el típico embrión de dicotiledóneas, y en él, se diferencian el eje radícula-hipocótilo en el que se insertan los dos cotiledones; entre los cotiledones, se distingue el ápice meristemático del brote, el cual, en este estado, carece de primordios foliares. Los primordios comienzan a desarrollarse con la germinación; en el extremo opuesto se diferencia el ápice meristemático de la raíz cubierto por la caliptra radical y unido al suspensor. Todos los tejidos embrionarios se encuentran en estado parcialmente diferenciados: en los cotiledones se identifican protodermis, procambium y tejidos parenquimáticos de empalizada y esponjoso y en el eje se identifican protodermis, procambium y parénquima cortical (Burrieza *et al.*, 2013).

El endosperma, constituido sólo por una a dos capas celulares, forma un cono que cubre el extremo radicular del embrión; el cono está atravesado por el suspensor. Se puede ver una firme cubierta del endosperma sobre la radícula, como un tejido de protección adicional del embrión que es desmantelado durante la germinación y que parecería jugar un rol en este proceso. El perisperma es un tejido de células

uniformes, de paredes muy delgadas, muertas a la madurez. Los núcleos y orgánulos citoplásmicos están ausentes en este estado, y los lúmenes celulares están llenos de granos de almidón. Los granos de almidón son simples y compuestos. Los granos simples son uniformes, de forma poligonal y tienen un tamaño entre 0,4 y 3 μm ; los granos compuestos, que contienen hasta 14000 granos simples, alcanzan un tamaño de 18 a 20 μm de diámetro (3; 12; 23; 27; 34; 43) (Burrieza *et al.*, 2013).

Tanto el endosperma como el embrión están constituidos por células vivas. Ambos tejidos reservan proteínas en cuerpos proteicos, lípidos en cuerpos lipídicos, y minerales, específicamente fosfato, magnesio y potasio, como fitina en globoides localizados dentro de los cuerpos proteicos. El hierro se reserva como fitoferritina, dentro de los plástidos (Burrieza *et al.*, 2013).

3.2.3. Valor nutricional

Los granos juegan un papel importante en la dieta humana al reunir aproximadamente la mitad necesidad de energía y la ingesta de proteínas. El trigo, el maíz, el arroz, la cebada, la avena, el centeno y el sorgo son los alimentos más cruciales del mundo en dietas humanas y animales. Una comparación de los valores de estos granos en relación con la quinua se da en el cuadro 2. La quinua es superior sobre otros granos resulta de su proteína más rica, lípido, y contenido de ceniza (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Cuadro N° 2. Comparación de los valores del grano (comestible 100g)

| Composición | Quínoa | Arroz | Cebada | Trigo | Maíz | Centeno | Sorgo |
|---------------------|--------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|
| Lípido (g) | 6.07 | 0.55 | 1.3 | 2.47 | 4.74 | 1.63 | 3.46 |
| Proteína (g) | 14.12 | 6.81 | 9.91 | 13.68 | 9.42 | 10.34 | 10.62 |
| Ceniza (g) | 2.7 | 0.19 | 0.62 | 1.13 | 0.67 | 0.98 | 0.84 |
| Fibra (g) | 7.0 | 2.8 | 15.6 | 10.7 | 7.3 | 15.1 | 6.7 |
| Hidratos de carbono | 64.16 | 81.68 | 77.72 | 71.13 | 74.26 | 75.86 | 72.09 |
| Energía (Kcal) | 368 | 370 | 352 | 339 | 365 | 338 | 329 |

Fuente: (Navruz-Varli y Sanlier, 2016)

3.2.3.1. Proteínas

El contenido de proteínas en la materia seca de semillas de quinua varía entre 13.8% y 16.5%; Sin embargo, se informa como un 15% en promedio. El contenido de proteína total de la quinua es mayor que el del arroz, la cebada, el maíz, el centeno y el sorgo, y está cerca del trigo (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Mientras que la mayoría de las proteínas almacenadas en la quinua se compone de albúminas (35%) y globulinas (37%), contiene concentraciones bajas de prolaminas, y estos porcentajes pueden variar en diferentes especies (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Con sus valores cercanos a los especificados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), su equilibrio perfecto de aminoácidos y su rico contenido en aminoácidos y lisinas tiónicas, la quinua es una de las pocas plantas que proporcionan todos los aminoácidos necesarios para la vida humana. Contrariamente a las proteínas de grano pobre en especialmente las lisinas, las proteínas de quínoa se aceptan como proteínas de alta calidad (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

La biodisponibilidad de los aminoácidos o la digestibilidad de proteínas en la quinua varía en función del tipo de quínoa consumida, y aumenta considerablemente con la cocción. Informaron que la quinua no sólo tenía un contenido rico en proteínas, sino que también tenía una concentración suficientemente alta de composición de aminoácidos y triptófano, que es generalmente el segundo aminoácido limitante. Además, contiene una gran cantidad de triptófano no proteico que se puede absorber más fácilmente y ayudar a aumentar la usabilidad de este aminoácido en el cerebro, por lo tanto, tener influencia en la síntesis de neurotransmisores serotonina (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.3.2. Hidratos de carbono y fibra

El principal componente de carbohidratos de la quinua es el almidón, que constituye el 52% al 69% de la misma. Su fibra dietética total es cercana a la de los productos de grano (7% -9,7%), mientras que su contenido de fibra soluble se sabe que está en la zona del 1,3% al 6,1%. La quinua contiene azúcar en un 3%. En su mayoría contiene maltosa, D-galactosa y D-ribosa, además de bajos niveles de fructosa y glucosa (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Debido a su perfecta estabilidad de congelación y descongelación, bajo un punto de gelificación y resistencia a bajas temperaturas de almacenamiento, la quinua es un espesante ideal para salsas, sopas y harinas. Además, su resistencia a la retrogradación hace posible el uso de la quinua en otras aplicaciones y la obtención de una textura cremosa y lisa similar a las grasas (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

El contenido de amilosa en el almidón de quínoa varía entre el 3% y el 22%, que es menor a la cantidad del del trigo y el maíz, superior de algunos tipos de cebada y similar a los tipos básicos de arroz. En comparación con el almidón de trigo y cebada, el almidón de quínoa tiene una viscosidad máxima, una mayor capacidad de absorción de agua y una mayor capacidad de hinchamiento. Además, tiene una estabilidad maravillosa incluso en procesos de congelación y retrogradación (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.3.3. Lípidos

Debido a la calidad y cantidad de su fracción lipídica, la quinua es aceptada como semilla oleaginosa alternativa. Tiene una tasa de aceite de 2,0% - 9,5% y es rica en términos de ácidos grasos esenciales tales como los ácidos linoleico y alfa-linolénico. Contiene antioxidantes como alfa y γ -tocoferol en altas concentraciones. Su contenido de aceite (7%) es mayor que el de maíz (4,7%) y otros granos, y menor que el de soja (19,0%). Cuando se comparó el perfil de ácidos grasos de semillas de quinua con el de maíz y soja, se observó que los ácidos grasos linoleico, oleico y alfa-linolénico se encontraban en niveles similares. Estos ácidos grasos equivalen

a casi el 88% de la cantidad total de ácidos grasos de las semillas de quinua (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

El ácido graso palmítico, que existe en la quínoa como ácido graso saturado básico, constituye el 10% de sus ácidos grasos totales. Entre los ácidos grasos insaturados, los ácidos grasos oleico (19,7% - 29,5%), linoleico (49,0% - 56,4%) y alfa-linolénico (8,7% - 11,7%) constituyen 87,2% -87,8% de sus ácidos grasos totales en una proporción similar fluye a la composición del grano de soja (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.3.4. Vitaminas

La quinua también es rica en micronutrientes, como vitaminas y minerales. Aunque hay una investigación limitada sobre el contenido de vitaminas de las semillas de quinua, se sabe que contiene piridoxina (B6) y ácido fólico en altas concentraciones. Los niveles de piridoxina y ácido fólico en 100 gramos de quínoa se reportan para satisfacer las necesidades diarias de los adultos. Se afirma que la riboflavina en 100 gramos de quínoa satisface el 80% de los niños y el 40% de las necesidades de los adultos (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Su contenido de niacina no satisface las necesidades diarias; Sin embargo, constituye una fuente importante para la dieta. El nivel de quínoa de la tiamina es menor que el de la avena y la cebada; Sin embargo, sus niveles de riboflavina, piridoxina y ácido fólico son más altos que los de la mayoría de otros granos como el trigo, la avena, una excelente fuente de vitamina E en una cantidad de cebada, centeno, arroz y maíz. Además, es más alto que el del trigo (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

Sus niveles de ácido ascórbico varían en una banda de 0-63,0 mg / 100 g. Dado que las concentraciones de vitamina dada son válidas para el peso seco, los datos relativos al contenido de vitaminas pueden ser engañosos. Ambos tipos dulces y amargos de quinua generalmente pasan por el proceso de lavado. Las clases amargas se exponen al proceso de la perla antes de cocinar para deshacerse de las

saponinas. Todos estos procesos podrían cambiar los niveles de vitaminas en la materia prima (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.3.5. Minerales

El contenido de ceniza de la quinua (3,4%) es mayor que el del arroz (0,5%), el trigo (1,8%) y la mayoría de los demás granos. Debido a esto, las semillas de quinua contienen grandes cantidades de mineral. Su calcio y hierro

El contenido es considerablemente más alto que el de otros granos de uso común. En comparación con el trigo (0,16%) y el maíz (0,14%), la quinua contiene aproximadamente 0,26% de magnesio. Dado que el calcio, el magnesio y el potasio en la quinua se encuentran en formas biológicamente apropiadas, se considera que sus cantidades en las semillas son suficientes para una dieta equilibrada (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

La quinua contiene más hierro que los granos tradicionales. Sin embargo, las saponinas y los ácidos fítics en las semillas podrían afectar su biodisponibilidad hasta cierto punto. Los estudios en animales han revelado que la disponibilidad de hierro en las dietas basadas en quinua es al menos tan buena como la del sulfato ferroso. Sin embargo, la biodisponibilidad de los minerales de quinua en los seres humanos debe ser examinada más a fondo (Navruz-Varli y Sanlier, 2016).

3.2.4. Producción de quinua Mundial

En los últimos años, se constata un progresivo aumento de la producción de quinua, especialmente en los países que han sido tradicionalmente los principales productores, esto es Bolivia con 38.257 toneladas, Perú con 41.182 toneladas y Ecuador con 816 toneladas, y se estima que más del 80% de la producción mundial de quinua se concentra en esos tres países (FAO-ALADI, 2014).

Las especies nativas y las formas cultivadas de (*Chenopodium quínoa*) se hallan distribuidas en los Andes desde Colombia hasta Chile y el norte argentino, en los

diferentes rangos de altitud descritos. Los principales productores a nivel mundial son Bolivia, Perú y, en menor grado, Ecuador, Bolivia concentra aproximadamente un 43% de la producción mundial (Montaño *et al.*, 2006).

3.2.5. Producción de quinua Nacional

Ecuador es el tercer país productor de quinua, aunque a distancia apreciable de Perú y Bolivia. En efecto, la superficie cultivada llega a poco menos de 1.300 hectáreas, de manera que luego de una marcada reducción, se ha recuperado la extensión cultivada. Por consecuencia, en el año 2000 la superficie plantada alcanzó 1.300 hectáreas, para luego caer a la mitad, de manera que solamente en el año 2011 se ha recuperado el área bajo el cultivo a un nivel similar al del año 2000 (FAO-ALADI, 2014).

3.2.6. Producción de quinua Regional

En Ecuador, se estima una superficie de 2000 hectáreas, y en la provincia Bolívar 350 hectáreas (UEB 2013).

3.2.7. Usos de la quinua

Respecto al proceso de industrialización de la quinua, en el país se manejan procesos simples y semi-complejos. La gama ecuatoriana de productos elaborados con quinua es restringida y limitada a la quinua desaponificada, perlada y alimentos intermedios (hojuelas, insuflados y harinas de quinua), y muy limitadamente la papilla para niños (Peralta, 2006).

En Ecuador, el procesamiento de la quinua se concentra en el lavado y escarificado del grano para eliminar la saponina, la elaboración de harinas; hojuelas y el desarrollo de nuevos productos como galletas, pan, graneados, etc. (Villarreal, 2005).

3.2.8. Alimentación Humana

Se usa el grano, las hojas tiernas hasta el inicio de la formación de la panoja el contenido de proteínas de estas últimas alcanza hasta 33,3 % en materia seca, y con menor frecuencia las panojas tiernas. El valor nutritivo es relevante. Destacan el contenido y la calidad de proteínas por su composición en aminoácidos esenciales y es especialmente apta para mezclas alimenticias con leguminosas y cereales. Entre los granos andinos es el de mayor versatilidad para el consumo: el grano entero, la harina cruda o tostada, hojuelas, sémola y polvo instantáneo pueden ser preparados en múltiples formas, lo cual se traduce en una enorme cantidad de recetas tanto tradicionales como innovadoras (FAO, 2013).

3.3. Oca

3.3.1. Clasificación y denominaciones

La oca pertenece a la familia Oxalidaceae que incluye ocho géneros. El género *Oxalis* tiene más de 800 especies. La mayor parte se encuentra en Sud América con una gran diversidad de formas. *Oxalis tuberosa* es la única cultivada como especie alimenticia (Moraes *et al.*, 2006).

Los tubérculos de *Oxalis tuberosa* son conocidos con los nombres comunes de oca en Ecuador, Bolivia, Perú y Chile; también se conoce como cuiba o quiba en Venezuela, macachin o miquichi en Argentina, huasisai o ibi en Colombia, papa extranjera en México y yam en Nueva Zelanda (Moraes *et al.*, 2006).

3.3.2. Variedades

Los campesinos identifican las siguientes variedades: chaucha, blanca, amarilla, rosada, roja, cañareja y leona. Las ocas blancas y amarillas presentan diferenciaciones entre las chauchas o precoces y las tardías. Las ocas chauchas tienen un ciclo de cultivo hasta de cinco meses y presentan un mayor tamaño que sus pares tardíos. Las ocas chauchas blancas con formas redondeadas se conocen

también como “ocas leonas” Entre las ocas amarillas se presenta una clase especial que es la llamada “cañareja” cuyos tubérculos son bastante gruesos y se considera las más rendidora. Las ocas rojas tienen una tonalidad marcada, al contrario de las variedades combinadas que presentan o bien ojos de color blanco en la carne roja, o manchitas de color rosado sobre la carne blanca o amarilla (Valdivieso y Manuel, 2007)

3.3.3. Valor nutritivo

Los tubérculos de oca tienen una alta variación en sus niveles nutritivos. Como promedio tiene un 84.1% de agua, 1.1% de proteína, 13.2% de carbohidratos, 0.6% grasa y 1.0% de fibra. El contenido vitamínico varía, pero puede tener cantidades significativas de retinol (vitamina A) y los tubérculos amargos contienen hasta 500 ppm de ácido oxálico (Moraes *et al.*, 2006).

Cuadro N° 3. Composición química del trigo y otros cereales

| Composición | Contenido (%) |
|---------------------|---------------|
| Proteína | 1.1 |
| Grasa | 0.6 |
| Fibra | 1.0 |
| Hidratos de carbono | 13,2 |
| Energía (Kcal) | 368 |

Fuente: (Moraes *et al.*, 2006)

3.3.4. Usos tradicionales

La oca se consume normalmente cocida en agua o al horno, siempre luego de haber expuesto a los tubérculos por varios días al sol para que adquieran un sabor dulce. También se consume en forma de chuño (deshidratado) o caya, similar al chuño de papa. En Ecuador, reportaron que la oca tiene una preparación más diversificada que la papalisa, dependiendo de si se utiliza al fresco o asoleado. Al fresco y recién cosechada, se utiliza para sopas, cortada como la papa y también se cocina como loco (Moraes *et al.*, 2006).

Otra forma de consumo es en puré y envueltos como el quimbolito (la oca se muele cruda, después se sazona con dulce, se envuelve en hojas de achira y se cocina como las humitas). La oca asoleada (y por lo tanto endulzada) se come preferentemente con dulce o en coladas; y también mezclada con leche. En Bolivia reportan también usos medicinales de la oca que junto a la cucurbitácea (*Cucurbita maxima*) constituye un paliativo para las lesiones internas y disminuye la fiebre causada por la enfermedad de animales denominada fiebre aftosa (Moraes *et al.*, 2006).

3.3.5. Producción Mundial

La producción de oca a nivel mundial se registra en diferentes países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y también países como Nueva Zelanda entre otros países. Su rendimiento de producción del cultivo de oca alcanza de 40 a 60 toneladas (FAO, 2015).

3.3.6. Producción Nacional

La oca se cultiva en la Sierra Ecuatoriana, principalmente en un sistema de agricultura de subsistencia entre 2.000 y 4.000 msnm. Las principales zonas productoras están ubicadas en las provincias de Imbabura, Tungurahua, Cotopaxi y Chimborazo. La producción nacional de oca en el año 2001, según la División de Estadísticas del Ministerio de Agricultura y Ganadería fue de 1.861 toneladas, presentando una disminución de su producción si comparamos con los datos registrados en 1.994, que fueron de 3.487 toneladas (INIAP 2003).

3.3.7. Producción regional

La producción de oca a nivel regional es muy baja no existe datos exactos, pero se estima que su producción sería de 1-2 toneladas debido a sus bajos precios de comercialización (MAGAP 2016).

3.4. Harina

Harina, es el polvo fino que se obtiene de cereales molidos y de otros alimentos ricos en almidón. Aunque la más usada es la harina de trigo, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz (Montoya *et al.*, 2010).

3.4.1. Características de la harina

Las características de la harina deben ser: color blanco con ligero tinte amarillento, ausencia de mohos y olores desagradables, suave al tacto, sin acidez (INEN, 2015).

3.4.2. Harina de trigo

La harina de trigo es un producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo (*triticum vulgare*, *Triticum durum*) hasta un grado de extracción determinado, considerando al restante como un subproducto (residuos de endospermo, germen y salvado) (INEN, 2015).

El uso de la harina de trigo en el pan es gracias al gluten, que surge al mezclarla con agua. El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia (Montoya *et al.*, 2010).

Producto que se obtiene de la molienda de los granos de trigo. Puede o no tener aditivos alimentarios (INEN, 2015).

La harina de trigo es un producto de la transformación de las materias primas en su estado natural, es considerado un producto capaz de sufrir alteraciones en su calidad nutricional y tecnológica en el momento de cosecha y cuando los procesos de postcosecha de los cereales no son realizados adecuadamente (Ramírez, 2013).

3.4.3. Composición de la harina de trigo

Según los requisitos en la (INEN 528, 2006), la harina de trigo debe presentar un color uniforme blanco-amarillento, de olor y sabor característico del grano molido, sin indicios de rancidez, con total ausencia de otro tipo de harina, además, debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, no estar sucia, libre de insectos, cuerpos extraños etc. Se observa la composición mínima y máxima de la harina de trigo en el cuadro 4.

Cuadro N° 4. Caracterización físico química de la harina de trigo

| | Harina Panificable extra | | Harina integral | | Harina para todo uso | | Método de Ensayo |
|------------------------|---------------------------------|------|------------------------|----|-----------------------------|------|-------------------------|
| Requisitos | Min-Máx. | | Min-Máx. | | Min-Max | | |
| Humedad (%) | | 14.5 | | 15 | | 14.5 | NTE INEN 518 |
| Proteína base seca (%) | 10 | | 11 | | 9 | | NTE INEN 519 |
| Cenizas base seca (%) | | 0.7 | | 2 | | 0.85 | NTE INEN 520 |
| Gluten Húmedo | 25 | | | | | 25 | NTE INEN 529 |

Fuente: (INEN 616, 2006)

El principal componente para la elaboración de pan es la harina de trigo a continuación en el cuadro se detalla el porcentaje de los principales componentes que posee la harina de trigo (De la Vega, 2009).

Cuadro N° 5. Componentes de la harina de trigo

| Componente | Porcentaje (%) |
|------------------------------|-----------------------|
| Almidón | 70-75 |
| Proteínas | 10- 12 |
| Polisacáridos no del almidón | 2-3 |
| Lípidos | 2 |

Fuente: (De la Vega, 2009)

3.4.3.1. Almidón

El almidón es un polisacárido de glucosa, de reserva alimenticia predominante en las plantas, es el componente principal de la harina, ya que constituye el 75% de su composición. La absorción del almidón en el organismo se realiza de forma lenta y gradual, por lo que es una fuente de energía durante un largo periodo (Orthón, 2009).

3.4.3.2. Gluten

Según la norma (INEN 616, 2006), el gluten es una sustancia de proteínas insolubles en agua, que tiene la característica de ligar los demás componentes de la harina, dándole la cualidad de ser panificable; debido a la capacidad de fermentar la masa en presencia de agua y levaduras.

El gluten no interviene en el proceso de fermentación solo aglutina la masa. Está formado por la glutenina y gliadina que son las proteínas responsables de la fuerza y elasticidad de las masas (Herrera *et al.*, 2013)

3.4.3.3. Lípidos

Los lípidos presentes en el grano constituye aproximadamente el 2%, el tipo de grasa presente está formada por ácidos grasos poli y monoinsaturados que presentan beneficios para el buen estado del sistema cardiovascular (Ronquillo, 2012)

3.4.3.4. Fibra

La cantidad de fibra presente en harinas es casi nula, debido a que se elimina la cubierta y el germen, ya que la celulosa se encuentra en la capa externa del grano de trigo. Esto no ocurre en las harinas integrales porque se conserva esta parte del grano, por lo que la cantidad de fibra es superior con respecto a las convencionales (Orthón, 2009).

3.4.3.5. Proteína

Las proteínas de la harina de trigo se clasifican de acuerdo a su solubilidad como se observa en el cuadro 6. El 20% del total de la proteína de la harina lo constituyen las albúminas y globulinas mientras que el 80% lo constituyen las gliadinas y gluteninas (Vázquez, y otros, 2009).

Cuadro N° 6. Proteínas de la harina de trigo

| | Proteínas |
|---------------------------------------|------------------|
| Solubles en agua | Albúminas |
| Solubles en solución salina | Globulinas |
| Solubles en etanol al 70% | Gliadinas |
| Solubles en ácidos diluidos o álcalis | Gluteninas |

Fuente: (Vásque *et al.*, 2016).

3.4.4. Investigaciones realizadas con sustitución parcial de la harina de trigo por harinas alternativas

La sustitución parcial de la harina de trigo con harinas de cultivos andinos permite mejorar el valor nutritivo del pan y otros productos elaborados en base a este cereal, aporta un ahorro, y existe una menor importación de trigo que da impulso a la agricultura e industria local por la creación de una demanda cada vez mayor de productos nativos (Matos *et al.*, 2010).

Para realizar la sustitución de la harina de trigo se han empleado harinas de amaranto, quínoa, arroz, maíz entre otras. Estos remplazos se dan por razones económicas y para incrementar la calidad nutricional en los productos panificables (Dapcevic *et al.*, 2011).

Pero la sustitución de la harina de trigo por otras harinas alternativas, puede generar cambios importantes a considerar. Se ha observado que la sustitución de harina de trigo disminuye la elasticidad de la masa. Es por ello que sustituciones de 10 a 20% de harina de trigo han demostrado efectos positivos en la elaboración de pan y una

aceptación en las características de color, estructura de la miga, textura y vida de anaquel (Dapcevic *et al.*, 2011).

Estudios realizados por Falade y Akingbala (2008), al elaborar pan con harinas compuestas de 10% de casaba y 90% de trigo observaron un comportamiento muy favorable con respecto al pan elaborado solamente de harina de trigo. Aunque el gluten componente muy importante en panificación, sufre una dilución por sustitución, muchas de las harinas alternativas tienen propiedades que complementan al gluten (Vásque *et al.*, 2016).

Se han encontrado investigaciones sobre la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya para la elaboración de cupcakes, con la finalidad de desarrollar un alimento rico en proteínas. Se sustituyó la harina de trigo común por harina de soya en 4 porcentajes diferentes 5%, 10%, 15% y 20% (F4) y se comparó con una muestra control con 0% de harina de soya. Las características evaluadas fueron: pérdida de peso, actividad de agua (Aw), color instrumental, volumen específico y texturometría de las muestras durante 12 días. Los resultados mostraron que la sustitución por harina de soya mejora la firmeza de los cupcakes y ayuda a la retención de la humedad, una sustitución hasta 10% no presentó diferencia significativa con 0%. Para la evaluación sensorial se aplicó un test con escala hedónica a 45 panelistas, se evaluaron 3 características sensoriales (color, sabor y textura) e intención de compra. Los cupcakes con harina de soya presentaron diferencias significativas en el color en relación con 0% los resultados indicaron que este ingrediente puede sustituir a la harina de trigo hasta en un 10%, sin alterar significativamente su calidad sensorial (Paucar-Menacho *et al.*, 2016).

En otra investigación se sustituyó parcialmente la harina de trigo por harina de quinua, cañihua y chíá para la elaboración de pan, para incrementar la fuente de proteínas, fibra, etc. El diseño de investigación es experimental. En el análisis de los datos se utilizó el software Estadística 7.0 con el diseño Taguchi con lo cual se generó 4 tratamientos previos. Para obtener los resultados óptimos de las propiedades organolépticas se realizó una evaluación sensorial para determinar el

tratamiento óptimo donde se evaluaron el sabor, color, olor, textura, y apariencia general. En cuanto a la apariencia general el óptimo fue el tratamiento 1 con 17% de quinua 23% de cañihua y un tiempo de 40 min en el primer fermento y 55 min para el segundo fermento. Al realizar un análisis proximal del producto final se determinó que el pan aporta un promedio de 30g de proteína, 8.89g de grasa, carbohidratos 14.92, fibra 5.51 y energía 380kcal por cada 100g de pan, lo cual supera a las cantidades que aporta un pan tradicional (Daysi *et al.*, 2015).

En otra investigación se estudió la influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masa. En este trabajo, se evaluaron las propiedades termomecánicas de la masa y las características físicas del pan elaborado con harina compuesta de quínoa, trigo y papa. Los porcentajes de sustitución aplicados fueron de 10 y 20%, tanto para la harina de papa como para la de quínoa. Las propiedades funcionales de las harinas, se midieron mediante el índice de absorción de agua (IAA), índice de solubilidad de agua (ISA) y poder de hinchamiento (PH). Las propiedades termomecánicas de las harinas compuestas, se estimaron empleando un Mixolab y las características físicas evaluadas en el producto final fueron peso, altura, ancho y volumen. Los resultados arrojaron que los mayores valores de IAA (4,48), ISA (7,45%) y PH (4,84) fueron para la harina de papa. La harina compuesta con quínoa presentó los menores valores de asentamiento y estabilidad de la cocción, lo cual, es un buen indicador de conservación del pan. Por el contrario, la harina compuesta de papa-trigo mostró los menores valores de estabilidad, torque mínimo y torque de pico y el mayor porcentaje de absorción de agua. La harina compuesta de papa-trigo, con un grado de sustitución de 10%, presentó los resultados de peso (133,86 g), ancho (6,01 cm) y volumen (491,67 g/cm³), más parecidos a la muestra control de harina de trigo (Rodríguez *et al.*, 2012).

En otra investigación se estudió el efecto de la sustitución de la harina de trigo con harina de quinua sobre las propiedades reológicas de la masa y textura de la masa. Se elaboró pan con harina de trigo (HT) sustituida con harina de quínoa (HQ) en porcentajes de 2.5, 5, 7.5 y 10. Se realizó el análisis químico de las

harinas, así como la capacidad de retención de agua (CRA) y perfil de viscosidad. En masas, se determinó la fuerza (Newton, N) y la capacidad fermentativa, mientras que en el pan se analizó el perfil de textura. Los resultados mostraron incrementos en el % de proteína a medida que se incrementó el nivel de sustitución. En lo que respecta al perfil de viscosidad no se observaron cambio entre la harina de trigo y las mezclas de harinas obtenidas con harina de quinua cuando se analizó la temperatura de empaste, sin embargo, la viscosidad pico y final si mostraron cambios con respecto a la harina de trigo obteniéndose valores más altos en las mezclas de harinas preparadas con la sustitución de harina de quinua. El perfil de textura mostró panes más blandos que el elaborado solo de harina de trigo cuando esta fue sustituida con harina de quinua al 5 y 7.5%. La utilización de harina de quinua en la sustitución de harina de trigo en productos de panificación presenta una opción de uso, altos valores de proteína, son presentados en este pseudocereal que posee un balance de aminoácidos esenciales (lisina) muy importante, además del contenido de grasas en su mayoría insaturadas destacándose la presencia de ácidos omega 6 y omega 3 (Vásque *et al.*, 2016).

3.5. Pan

El pan es un alimento que se consume desde tiempos muy remotos, actualmente, forma parte de la dieta tradicional de muchos hogares en casi todo el mundo, cada región le ha conferido características muy particulares (Salgado Nava y Jimenez Munguía, 2012).

3.5.1. Componentes principales en el proceso de panificación

3.5.1.1. Agua

El agua es un componente muy importante en la formulación del pan y su principal función radica en la hidratación de las proteínas y la formación del gluten. A su vez, la presencia de agua en la mezcla ayuda a hidratar los gránulos de almidón presentes en la harina, produciendo la gelatinización de estos gránulos durante el horneado

en la elaboración de pan (Salgado Nava y Jimenez Munguía, 2012).

3.5.1.2. Levadura

La levadura que se utiliza en panadería es *Saccharomyces cerevisiae*, la cual produce dióxido de carbono (CO₂) y algunos subproductos. La principal ventaja de la adición de levaduras a una formulación radica en la contribución de un sabor y aroma únicos (Salgado Nava y Jimenez Munguía, 2012).

3.5.1.3. Sal y Sacarosa

La sal y la sacarosa también son indispensables en una formulación de pan, ya que además de conferirle sabor a la masa presentan otras propiedades funcionales, ya que la sal incrementa la fuerza del gluten, permite controlar la velocidad de fermentación debido a que retarda las reacciones generadas por la levadura, sin embargo, un exceso de sal puede provocar que el gluten pierda la capacidad de ser elástico y/o que la fermentación se detenga por completo. Se recomienda utilizar este ingrediente en un porcentaje de 1.75 a 2.25%. La sacarosa se añade con la finalidad de que el sustrato de las levaduras durante la fermentación ayuden al desarrollo del color en la corteza; adicionalmente, los azúcares actúan como agentes antiapelmazantes y como agentes antienvjecimiento, ya que contribuyen a la inhibición de la cristalización del almidón (Salgado Nava y Jimenez Munguía, 2012).

3.6. El estado nutricional de los niños en el Mundo

3.6.1. Desnutrición crónica

La prevalencia global de desnutrición crónica ha disminuido un 36% en los últimos 20 años, pasando de una estimación del 40% en 1990 al 26% en 2011. Mientras que cada región ha observado una reducción en la prevalencia de desnutrición crónica, los mayores descensos se registraron en Asia oriental y el Pacífico. Esta región ha

experimentado una reducción del 70% desde 1990, pasando del 42% en 1990 al 12% en 2011 (UNICEF, 2013).

3.6.2. Desnutrición global

A nivel mundial, la prevalencia de desnutrición global (bajo peso para la edad) ha disminuido del 25% en 1990 al 16% en la actualidad una reducción del 37%. Se estima que 101 millones de niños menores de 5 años padecían desnutrición global en 2011, lo que representa aproximadamente el 16% menores de 5 años en el mundo (UNICEF, 2013).

3.6.3. Desnutrición aguda

A nivel mundial, 52 millones de niños menores de 5 años sufren desnutrición aguda (bajo peso para la estatura) de forma moderada o grave: una disminución del 11% de un estimado de 58 millones en 1990. A nivel mundial, más de 29 millones (5%) de niños menores de 5 años sufren desnutrición aguda. La prevalencia más alta se encuentra en el sur de Asia, donde aproximadamente uno de cada seis niños sufre desnutrición de aguda de forma moderada o grave. La tasa es más alta en la India, donde más de 25 millones de niños sufren desnutrición aguda (UNICEF, 2013).

3.7. El estado nutricional de los niños en el Ecuador

La pobreza de las familias, la falta de agua potable y saneamiento ambiental, la baja efectividad de las políticas de seguridad alimentaria del estado ecuatoriano, así como el analfabetismo de las madres tienen un impacto severo en la vida y en la nutrición de las niñas y niños de la provincia, situación que afecta sensiblemente a su capacidad física e intelectual y a sus procesos de aprendizaje (GAD de Bolívar, 2008).

Según el Observatorio de los Derechos de la Niñez y Adolescencia la desnutrición crónica afecta al 21% de niños y niñas del Ecuador. Esta cifra desciende para el caso de los niños costeños, además aumenta para el caso la sierra y la Amazonía

donde llega al 26 y 27 %. Ciertamente estos indicadores se elevan de forma dramática para el área rural y particularmente para las habitadas por poblaciones indígenas (GAD de Bolívar, 2008).

Según la Encuesta Demográfica y de Salud Materna e Infantil (ENDEMAIN) a nivel provincial el 40% de los niños(as) menores de cinco años de edad, presentan desnutrición crónica o retardo en el crecimiento (baja talla para edad), es la segunda más alta del país. Sobre este nivel, los indicadores más altos y preocupantes de desnutrición crónica se encuentran entre los(as) hijos(as) de mujeres con bajos niveles de instrucción (45%) y de aquellas clasificadas en los quintiles económicos más pobres (entre el 29 y 48%). Así mismo, excepto los niños(as) menores a un año, el grado de desnutrición crónica es más alto en niños de 12 a 23 meses (48%) y mayor para los de 24 a 35 meses (GAD de Bolívar, 2008).

3.8. El estado nutricional de los niños en la Provincia Bolívar

En las parroquias que mayor porcentaje de desnutrición presentan este problema son: cantón Guaranda, parroquia Simiatug 1203, Salinas 672, San Luis de Pambil 511 y San Simón 419 casos. Cantón Chimbo, parroquia central 398, Telimbela 340, la Magdalena 244. Cantón Chillanes, parroquia central 1.375 y parroquia San José del Tambo 509; Cantón San Miguel, parroquia central 872, parroquia San Pablo 500; Cantón Caluma, parroquia Central 1.028; Cantón Echeandia parroquia central 1.102; Cantón Las Naves 540 casos, esta problemática debe ser tomada en cuenta por todas las autoridades de la Provincia, puesto que se puede deducir que esto se deriva de condiciones de pobreza y extrema pobreza (GAD de Bolívar, 2008).

CAPÍTULO IV

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. Localización de la investigación

Este trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, instalaciones del Complejo Agroindustrial y el Laboratorio del Departamento de Investigación, los mismos que se encuentran ubicados según el detalle que se presenta a continuación:

Cuadro N° 7. Localización de la investigación

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| Provincia | Bolívar |
| Cantón | Guaranda |
| Parroquia | Veintimilla |
| Sector | Laguacoto II Vía Guaranda – San Simón |

Fuente: (Borja, 2018)

4.2. Situación geográfica y climática

Cuadro N° 8. Parámetros Geográficos y Climáticos

| PARÁMETROS CLIMÁTICOS | VALOR |
|-------------------------|---------------|
| Altitud | 2640 m.s.n.m |
| Latitud | 01° 34' 15" S |
| Longitud | 78° 59' 54" W |
| Temperatura media anual | 14,4 °C |
| Temperatura máxima | 21°C |
| Humedad Relativa | 70% |
| Precipitación | 110mm |

Fuente: (Estación Meteorológica Universidad Estatal de Bolívar. Laguacoto II, 2017)

4.3. Zona de vida

El Complejo Agroindustrial donde se desarrolló este trabajo de investigación corresponde a la zona de vida: Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB), según la clasificación del botánico climatólogo Leslie Holdridge (1971).

4.4. Recursos institucionales

Se obtuvo la información proveniente de:

- Biblioteca de la Universidad Estatal de Bolívar (UEB).
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).
- Normas Técnicas Ecuatoriana (NTE) Instituto Nacional de Normalización y Estandarización (INEN).
- Normas nicaragüenses.
- Revistas y artículos científicos

4.5. Materiales

4.5.1. Material experimental

En la presente investigación se utilizó el siguiente material experimental:

- Harina de quinua
- Harina de trigo
- Harina de oca

4.5.1.1. Ingredientes

- Levadura (*saccharomyces cerevisiae*)
- Azúcar
- Sal
- Huevos

- Leche entera
- Mantequilla
- Agua
- Chocolate
- Hojas de higo

4.5.2. Material de planta

- Balanza analítica
- Secador de bandejas
- Mesa de acero inoxidable
- Moldes
- Horno industrial
- Bandeja de acero inoxidable
- Recipientes plásticos
- Cocina Industrial
- Jarra de medida
- Cuchillos
- Cuchara de acero inoxidable
- Materiales personales (gorra, mascarilla, mandil, y guantes quirúrgicos)

4.5.3. Material de laboratorio

- Balanza analítica
- Estufa
- Mufla
- Crisoles
- Mechero

4.5.4. Material de oficina

- Escritorios

- Lápices
- Esferos gráficos
- Calculadora
- CDs
- Computadora
- Borrador
- Flash memory
- Papel Boom
- Cámara fotográfica

4.5.5. Equipo de medición de fuerza de gluten

- Alveografo

4.6. Método

4.6.1. Método inductivo

El método inductivo se aplicó en los análisis fisicoquímicos, reológicos y microbiológicos para la verificación de la información de resultados y conclusiones. Además, se utilizó en la verificación de la hipótesis mediante la información de los resultados sensorial de aceptabilidad para la formulación conclusiones con respecto a los fundamentos de la teoría científica.

4.6.2. Método deductivo

El método deductivo se utilizó en la toma de decisiones de los resultados de los diferentes análisis para el aporte de explicaciones en la comprobación de la hipótesis para la toma conclusiones del proyecto de investigación.

4.6.3. Método histórico-comparativo

El método histórico- comparativo fue utilizado en las discusiones para la aclaración de resultados; además, en la comprobación de los resultados con diferentes autores que existen con las mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

4.6.4. Método experimental

El método experimental se usó en el proceso de sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de quinua y oca en la elaboración de panecillos que consiste en un conjunto de etapas y procesos (recepción, pesado, mezclado, dosificación, amasado etc.).

4.7. Factores de estudio

En el presente trabajo de investigación se estudiaron las diferentes mezclas de harinas de trigo, quinua y oca en la sustitución parcial de la harina de trigo para la elaboración de panecillos, como se puede observar en el cuadro 9.

Cuadro N° 9. Factores de estudio del experimento

| FACTOR A | NIVELES |
|--------------------|-------------------------|
| % Harina de quinua | a 1 = 5 |
| | a 2 = 10 |
| | a 3 = 15 |
| % Harina de oca | b1 = 5 |
| | b 2 = 10 |
| | b3 = 15 |
| % Harina de trigo | c1= complemento (a + b) |

Fuente: (Borja, 2018)

4.7.1. Combinación de los Tratamientos

Cuadro N° 10. Combinaciones de A x B

| TRATAMIENTO | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|-------------|----------|---------------------------------|
| T1 | a1 b1 c1 | 5% quinua + 5% oca + 90%trigo |
| T2 | a1 b2 c1 | 5% quinua + 10% oca + 85%trigo |
| T3 | a1 b3 c1 | 5% quinua + 15% oca + 80%trigo |
| T4 | a2 b1 c1 | 10% quinua + 5% oca + 85%trigo |
| T5 | a2 b2 c1 | 10% quinua + 10% oca + 80%trigo |
| T6 | a2 b3 c1 | 10% quinua + 15% oca + 75%trigo |
| T7 | a3 b1 c1 | 15% quinua + 5% oca + 80%trigo |
| T8 | a3 b2 c1 | 15% quinua + 10% oca + 75%trigo |
| T9 | a3 b3 c1 | 15% quinua + 15% oca + 70%trigo |

Fuente: (Borja, 2018)

En el cuadro N° 10 se detalla las combinaciones de los factores en estudio AxB en donde la harina de trigo es el complemento del a+b para obtener el 100% de la combinación.

4.7.2. Descripción del diseño experimental

En esta investigación se emplea el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA).

4.7.3. Tipo de diseño experimental

Para realizar la evaluación de la sustitución de la harina de trigo con la harina de quinua y oca, para la elaboración del panecillo en la presente investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) de 9 tratamientos con 2 repeticiones, mismo que corresponde al siguiente modelo matemático.

$$Y_{ij} = u + B_i + T_j + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Cualquier variable sujeta a mediación

u = Media general

B_i = Efecto de los bloques

T_j = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto del error experimental

Cuadro N° 11. Características del diseño experimental

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Tamaño de la unidad investigativa | 500gr |
| Número de tratamientos (t) | 9 |
| Número de réplicas (r) | 2 |
| Número de unidades investigativas | 18 |

Fuente: (Borja, 2018)

4.7.4. Técnicas estadísticas

Para el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizó las siguientes pruebas:

a) Análisis de varianza (ANOVA): Permitió determinar la homogeneidad de las varianzas. Permitió analizar la variabilidad de los datos obtenidos con respecto de las variables. La Prueba de Tukey permitió determinar la magnitud de las diferencias entre tratamientos. Se analizó el 5% de probabilidad, de acuerdo a los grados de libertad (gl) del error.

La prueba de significancia de las diferencias entre tratamientos o las comparaciones entre medias.

El modelo aplicado fue la prueba de Tukey al 5 % ($\alpha = 0.05$). Los análisis estadísticos se llevaron a afectó con el uso del paquete estadístico (INFOSTAT).

Cuadro N° 12. Esquema de análisis de varianza (ADEVA)

| FUENTES DE VARIACIÓN | | GRADOS DE LIBERTAD (GL) |
|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Tratamientos | (t-1) | 8 |
| Repeticiones | (r-1) | 1 |
| Error | (t-1) x (r-1) | 8 |
| Total | (t-1) + (r-1) + (t-1 x r-1) | 17 |

Fuente: (Borja, 2018)

4.8. Análisis económico/beneficio

Se determinó en consideración con el indicativo beneficio /costo, que relaciona los ingresos por la venta del panecillo con mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca y los gastos durante la investigación.

4.8.1. Mediciones experimentales

En la investigación se evaluaron los siguientes datos:

4.8.1.1. En la materia prima

4.8.1.1.1. Análisis fisicoquímicos

Se realizó con 200 gramos de muestra por cada tratamiento en estudio de la mezcla de las harinas, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio del INIAP (Santa Catalina–Quito), se obtuvo la información nutricional en los parámetros siguientes: proteína y fibra, según la metodología utilizada por el Laboratorio MO-LSAIA 01.04 para proteína y fibra MO-LSAIA 01.05. En el Laboratorio de investigación de la Universidad se realizó el análisis de humedad con el método NTE INEN-ISO 712, carbohidratos AOAC 1984 y cenizas NTE INEN-ISO 2171.

4.8.1.1.2. Análisis reológicos

Se realizó con 200 gramos de muestra por cada tratamiento en estudio de la mezcla de las harinas, las mismas que fueron enviadas al Laboratorio Químico y Nutrición de alimentos. Para el análisis se utilizó el Alveógrafo Chopin, por el método N° 54-30 de AACC. El parámetro obtenido en el alveograma fue: la fuerza del gluten (mm).

4.8.1.2. En el producto procesado

4.8.1.2.1. Análisis sensorial

Las pruebas sensoriales en color, olor, sabor, textura y aceptabilidad se realizaron según Wittig, E. (1991), para evaluar el producto final se utilizó un panel de catadores semi-entrenados formado por 10 personas, utilizando una escala hedónica de 1 – 5 puntos, para apreciar los atributos mencionados.

4.8.1.2.2. Análisis fisicoquímicos

Se realizó con 200 gramos de muestra de producto del mejor tratamiento T6 que se obtuvo de las características sensoriales, las mismas que fueron enviadas las muestras al Laboratorio del INIAP (Santa Catalina–Quito) se obtuvo la información nutricional en los parámetros siguientes: proteína y fibra, según la metodología utilizada por el Laboratorio MO-LSAIA 01.04 para proteína y fibra MO-LSAIA 01.05. En el Laboratorio de investigación de la Universidad se realizó el análisis de humedad con el método NTE INEN-ISO 712 y cenizas NTE INEN-ISO 2171.

4.8.1.2.3. Análisis microbiológicos

Se realizó con 200 gramos de muestra del mejor tratamiento T6 que se obtuvo de la evaluación sensorial, la mismas que fue enviada al Laboratorio de Control de Análisis de Alimentos del Consejo Provincial de Bolívar, que se obtuvo la

información microbiológica con su respectiva metodología en los parámetros siguientes: Coliformes totales AOAC 110402, E. Coli. AOAC 110402, mohos AOAC 100401 y levaduras AOAC 100401.

4.8.2. Metodología experimental

Para efectuar el siguiente trabajo se utilizó la harina de trigo, con diferentes porcentajes de sustituciones de harina de quinua y oca, para la elaboración de panecillos.

4.8.2.1. Descripción del experimento para la obtención de harina de oca

a. Recepción de materia prima

Se recibió la oca previamente seleccionada y clasificada para su proceso.

b. Pesado

Se realizó el primer pesado de la oca con la cascara en una balanza para obtener el peso en estado fresco y conocer su rendimiento en la obtención de la harina.

c. Lavado

Se lavó la oca para eliminar restos de tierras, pajas etc., con la finalidad de obtener un producto inocuo sin contaminación alguna.

d. Secado natural

Se procedió a secar naturalmente la oca mediante los rayos solares por tres días con la finalidad de aumentar el contenido nutricional de carbohidratos.

e. Lavado

Se lavó por segunda vez la oca debido a que estaba en contacto con el sol, y se eliminó restos de tierras, basuras etc., con la finalidad de obtener un producto libre de contaminación.

f. Picado

El picado de la oca se lo realizó con una picadora, en rodajas muy finas de 0.3cm aproximadamente, para facilitar una mejor deshidratación.

g. Deshidratado

Se procedió a colocar las rodajas de oca en las bandejas del secador, se lo colocó en forma ordenada e individual ya que de esta manera se puede eliminar el agua de mejor manera a una temperatura de 25°C y un tiempo de 4 horas, aproximadamente.

h. Pesado

Una vez deshidratada la oca se procedió a pesar por segunda vez para obtener el peso final y con ello verificar la cantidad de humedad eliminada del producto.

i. Molido

La oca deshidratada se molió en un molino industrial para la obtención de la harina.

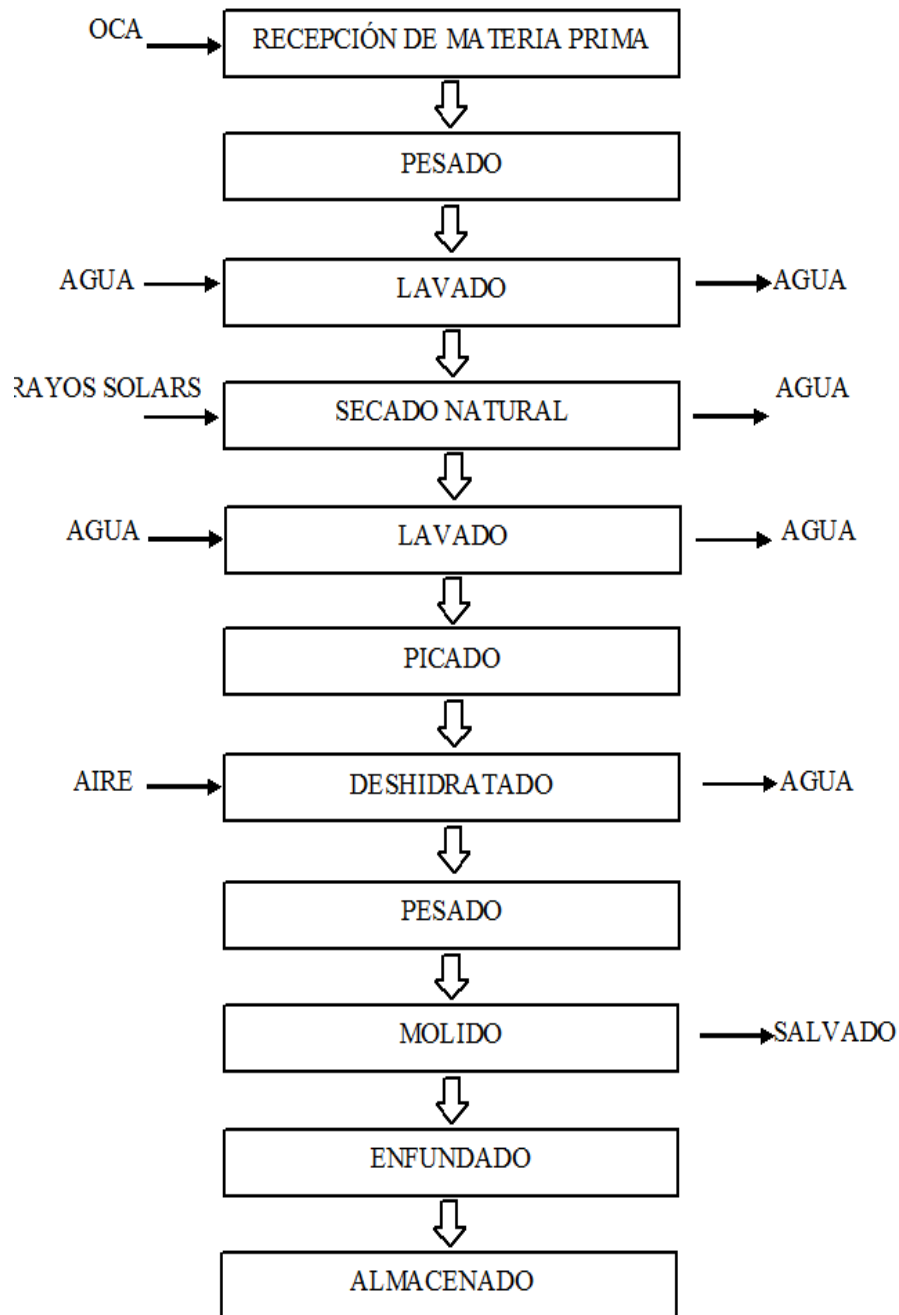
j. Enfundado

La harina de oca obtenida se enfundó en bolsas de papel, para evitar que absorba la humedad del ambiente y conservar sus propiedades de calidad sin ninguna alteración.

k. Almacenado

La harina de oca enfundada se codificó y almacenó en un lugar fresco y libre de la humedad, luz y contaminación.

Gráfico N° 1. Diagrama de flujo para la obtención de harina de oca



Elaborado por: (Borja, 2018)

4.8.2.2. Descripción del proceso de elaboración de panecillos

a. Recepción de materia prima

Se receiptó las harinas de trigo, quinua y oca para su proceso.

b. Pesado

Se pesó las harinas en una balanza, de acuerdo a los porcentajes establecidos por cada tratamiento.

c. Mezclado

Se procedió a mezclar las harinas al 5,10 y 15%, tanto para la harina de quinua como para la harina de oca, el resto de harina pertenece a la de trigo para obtener el 100% de la combinación.

d. Dosificado o formulación

Se dosificó y se mezcló en una bandeja las mezclas de las harinas con los ingredientes (manteca vegetal, mantequilla, huevos, sal, agua, azúcar, levadura, chocolate y hojas de higo), de acuerdo a la formulación para cada tratamiento, para la elaboración de panecillos.

e. Amasado

El amasado se realizó vigorosamente hasta obtener una masa suave de textura uniforme por un tiempo de 20 minutos en una amasadora.

f. Moldeado

Se realizó para darle forma a los panecillos con un peso de 30 gr.

g. Fermentación

Se procedió a dejar los panecillos en las latas del horno, con un ambiente caliente de (20 a 25°C) para su fermentación de los azúcares y carbohidratos por acción de la levadura (*saccharomyces cerevisiae*) produciendo un aumento de volumen en la masa durante 1 hora.

h. Horneado

Se procedió a hornear los panecillos con una temperatura adecuada de 150°C por un tiempo de 25 a 30min.

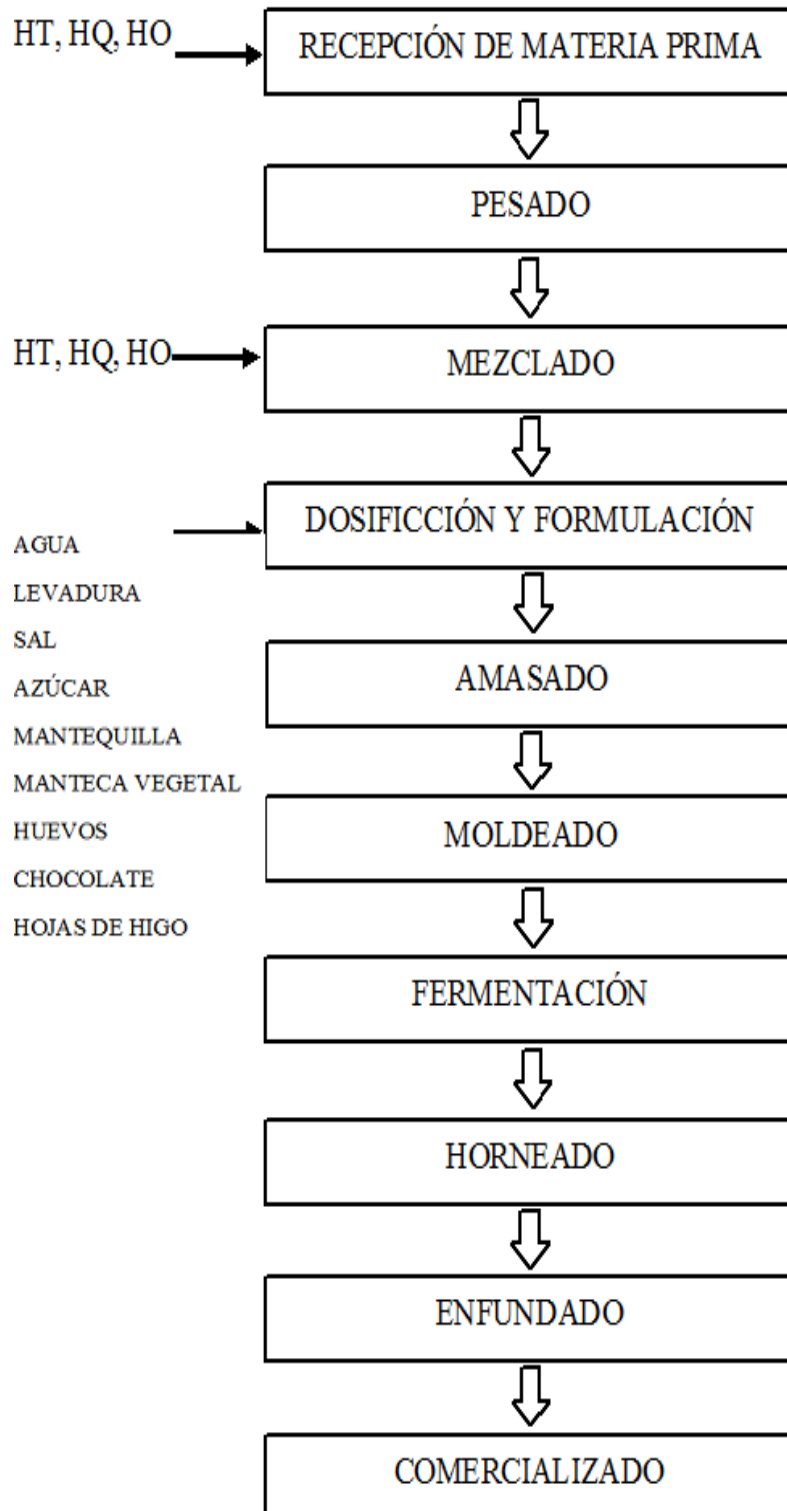
i. Enfundado

Finalmente, el producto obtenido se enfundó en bolsas de papel, para evitar que absorba la humedad del ambiente.

j. Almacenamiento

Se procedió almacenar en un lugar limpio y fresco.

Gráfico N° 2. Diagrama de flujo de la elaboración de panecillos



Elaborado por: (Borja, 2018)

4.9. Formulación del panecillo

Se presenta la formulación de los porcentajes y cantidades de las materias primas e ingredientes utilizados en la elaboración del panecillo que se describe en el cuadro 13.

Cuadro N° 13. Formulación del panecillo

| INGREDIENTES | PORCENTAJE (%) | CANTIDAD (gr) |
|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Harina de Quinoa | 9 | 30 |
| Harina de Oca | 9 | 30 |
| Harina de Trigo | 52 | 170 |
| Levadura | 3 | 10.5 |
| Sal | 0 | 1 |
| Azúcar | 6 | 20.5 |
| Manteca Vegetal | 8 | 25 |
| Mantequilla | 6 | 20 |
| Chocolate | 5 | 15 |
| Hojas de Higo | 0 | 1 |
| Huevos | 2 | 5 |
| Total | 100 % | 328 gr |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis estadístico de las mezclas de las harinas

5.1.1. Humedad

Cuadro N° 14. Análisis de varianza para la variable humedad

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 3,91168 | 8 | 0,48896 | 2242,36 | 0,0001** |
| B: REPETICIONES | 0,00160556 | 1 | 0,00160556 | 7,36 | 0,0265* |
| ERROR | 0,00174444 | 8 | 0,000218056 | | |
| TOTAL | 3,91503 | 17 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 14, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos de las diferentes mezclas de harina de trigo, quinua y oca para la variable humedad en la que se observa que existe diferencia altamente significativa ($\alpha = 0,05$) para los tratamientos. Con respecto a las repeticiones también existe diferencia significativa.

Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo en la que se observó una diferencia altamente significativa en los tratamientos, además menciona que al elaborar productos de panificación con otras materias primas presentan características muy diferentes a la harina de trigo.

Cuadro N° 15. Prueba de Tukey para la variable humedad

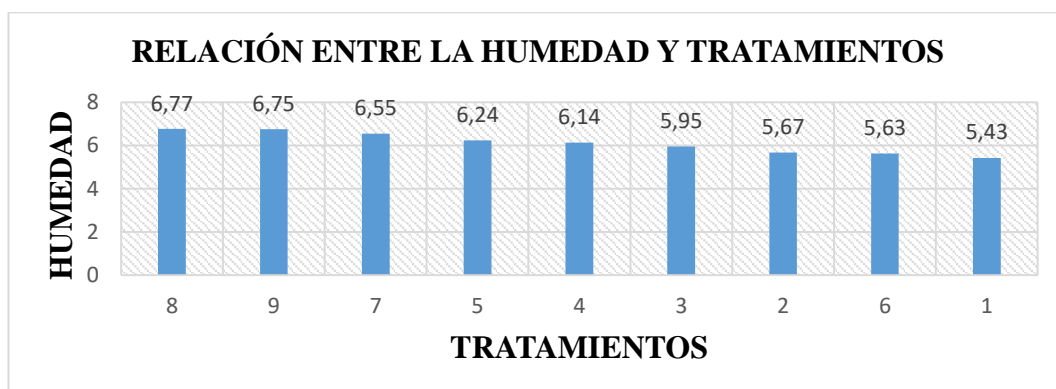
| Tratamientos | Medias (%) | n | Rangos |
|--------------|------------|---|--------|
| 8 | 6,77 | 2 | A |
| 9 | 6,75 | 2 | A |
| 7 | 6,55 | 2 | A |
| 5 | 6,24 | 2 | B |
| 4 | 6,14 | 2 | B |
| 3 | 5,95 | 2 | C |
| 2 | 5,67 | 2 | C |
| 6 | 5,63 | 2 | C |
| 1 | 5,43 | 2 | D |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 15, se aprecia la prueba de Tukey de los promedios de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, para la variable humedad con dos repeticiones en la que se observa que se forman 4 grupos diferentes, la media más alta correspondió al tratamiento T8 (6.77%) y la media más baja correspondió al tratamiento T1 (5.43%), con un 95,0% de nivel de confianza.

El resultado obtenido en esta investigación es menor al encontrado por Bosquez, (2013) quién obtuvo una humedad entre 7,50 y 9,44% en la mezcla de harinas de quinua, papa y trigo. Según las normas INEN 616 el porcentaje de humedad máximo permitido es de 14.5%.

Gráfico N° 3. Medias de la variable humedad



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 3, se observa la variabilidad entre los promedios de la variable humedad de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

5.1.2. Carbohidratos

Cuadro N° 16. Análisis de varianza para la variable carbohidratos

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|-----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 19,0033 | 8 | 2,37541 | 42,16 | 0,0000 ** |
| B: REPETICIONES | 0,050625 | 1 | 0,050625 | 0,90 | 0,3747NS |
| ERROR | 0,394375 | 7 | 0,0563393 | | |
| TOTAL | 19,5647 | 16 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 16, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos de las diferentes mezclas de harina de trigo, quinua y oca para la variable carbohidratos en la que se observa que existe diferencia altamente significativa ($\alpha = 0,05$) en los tratamientos. Con respecto a las repeticiones no existe diferencia significativa.

Cuadro N° 17. Prueba Tukey para la variable carbohidratos

| Tratamientos | Medias (%) | n | Rangos |
|--------------|------------|---|--------|
| 9 | 81,25 | 2 | A |
| 6 | 79,65 | 2 | B |
| 7 | 79,50 | 2 | B |
| 8 | 79,30 | 2 | B |
| 3 | 78,50 | 2 | C |
| 5 | 78,00 | 2 | C |
| 2 | 77,80 | 2 | D |
| 4 | 77,70 | 2 | D |
| 1 | 77,20 | 2 | E |

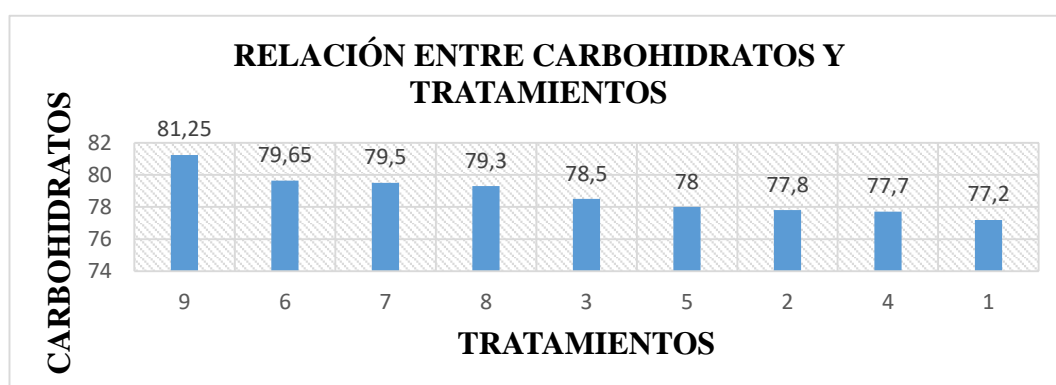
Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 17, se aprecia la prueba de Tukey de los promedios de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, para la

variable carbohidratos con dos repeticiones en la que se observa que se forman 5 grupos diferentes, la media más alta correspondió al tratamiento T9 (81,25%) y la media más baja correspondió al tratamiento T1 (77,2%), con un 95,0% de nivel de confianza.

El resultado de esta investigación es mayor al encontrado por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo, quién obtuvo carbohidratos entre 35,20 y 42,44%.

Gráfico N° 4. Medias de la variable de carbohidratos



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 4, se observa la variabilidad ente los promedios de la variable carbohidratos de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

5.1.3. Proteína

Cuadro N° 18. Análisis de varianza para la variable proteína

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 4,13698 | 8 | 0,517122 | 2864,06 | 0,0001** |
| B: REPETICIONES | 0,00435556 | 1 | 0,00435556 | 24,12 | 0,0012* |
| ERROR | 0,00144444 | 8 | 0,000180556 | | |
| TOTAL | 4,14278 | 17 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 18, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos de las diferentes mezclas de harina de trigo, quinua y oca para la variable proteína en la que se observa que existe diferencia altamente significativa ($\alpha = 0,05$) en los tratamientos; y con respecto a las repeticiones también existe diferencia significativa.

Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo en la que se observó diferencia altamente significativa en los tratamientos, con sustituciones parciales desde 10 a 30%, mencionó además que al elaborar productos de panificación con otras materias primas con altos valores en proteínas como quinua, centeno, amaranto etc., se incrementará el aporte nutricional en proteína conforme se vaya sustituyendo parcialmente la harina de trigo.

Cuadro N° 19. Prueba de Tukey para la variable proteína

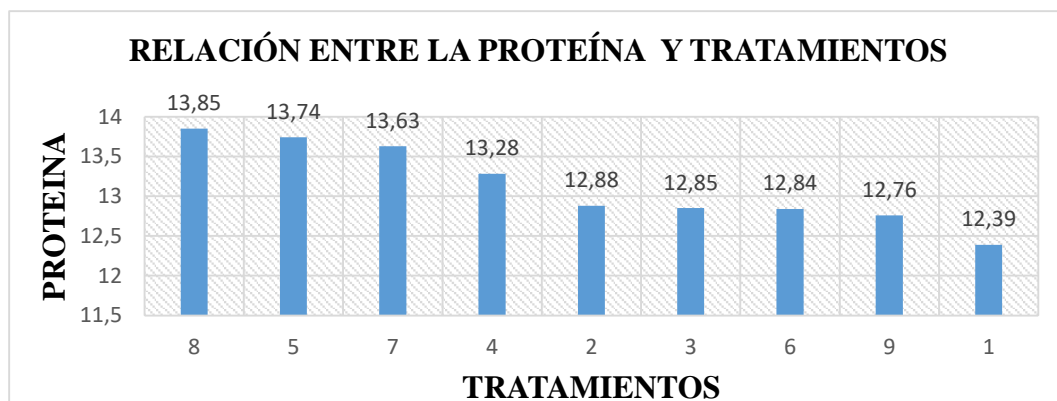
| Tratamientos | Medias (%) | n | Rangos |
|--------------|------------|---|--------|
| 8 | 13,85 | 2 | A |
| 5 | 13,74 | 2 | A |
| 7 | 13,63 | 2 | A |
| 4 | 13,28 | 2 | B |
| 2 | 12,88 | 2 | C |
| 3 | 12,85 | 2 | C |
| 6 | 12,84 | 2 | C |
| 9 | 12,76 | 2 | C |
| 1 | 12,39 | 2 | D |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 19, se aprecia la prueba de Tukey de los promedios de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, para la variable proteína con dos repeticiones en la que se observa que existe poca variación en los diferentes tratamientos, la media más alta correspondió al tratamiento T8 (13.85%) y la media más baja correspondió al tratamiento T1 (12,39%), con un 95,0% de nivel de confianza.

El resultado obtenido en esta investigación es menor al encontrado por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo en la que se observó el contenido de proteína entre 14.30 y 15.24%. Según las normas INEN 6.6, el porcentaje de proteína mínimo permitido es de 10.0%.

Gráfico N° 5. Medias de la variable Proteína



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 5, se observa la variabilidad entre los promedios de la variable proteína de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

5.1.4. Fibra

Cuadro N° 20. Análisis de varianza para la variable de fibra

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A:TRATAMIENTOS | 0,413578 | 8 | 0,0516972 | 809,17 | 0,0001** |
| B:REPETICIONES | 0,00293889 | 1 | 0,0029388 | 46,00 | 0,0001** |
| ERROR | 0,000511111 | 8 | 0,0000638 | | |
| TOTAL | 0,417028 | 17 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 20, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca para la variable fibra en la

que se observa que existe diferencia altamente significativa ($\alpha = 0,05$) para los tratamientos; pero, con respecto a las repeticiones también existe diferencia altamente significativa.

Los resultados obtenidos concuerda con la investigación realizada por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo en la se observó diferencia altamente significativa en los tratamientos, con sustituciones parciales desde 10 a 30%, menciona además que al elaborar productos de panificación con otras materias primas integrales se obtendrá un alto valor en el porcentaje de fibra, esto conllevara a que exista diferencias altamente significativas debido al aporte de fibra en las mezclas.

Cuadro N° 21. Prueba de Tukey para variable fibra

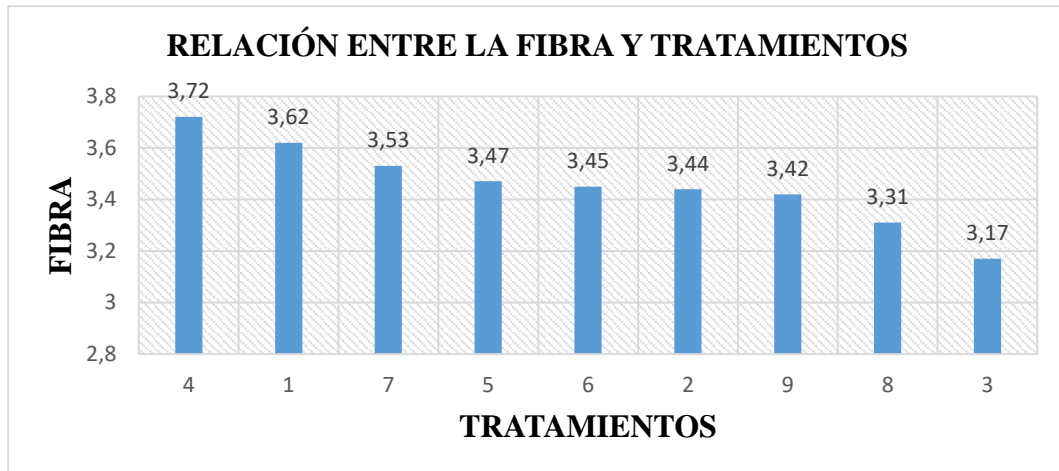
| Tratamientos | Medias (%) | n | Rangos |
|--------------|------------|---|--------|
| 4 | 3,72 | 2 | A |
| 1 | 3,62 | 2 | A |
| 7 | 3,53 | 2 | A |
| 5 | 3,47 | 2 | B |
| 6 | 3,45 | 2 | B |
| 2 | 3,44 | 2 | B |
| 9 | 3,42 | 2 | B |
| 8 | 3,31 | 2 | B |
| 3 | 3,17 | 2 | B |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 21, se aprecia la prueba de Tukey de los promedios de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, para la variable fibra con dos repeticiones en la que se observa que se forman 2 grupos, la media más alta correspondió al tratamiento T4 (3.72%) y la media más baja correspondió al tratamiento T3 (3,17%), una variabilidad entre 3,17- 3.72% con un 95,0% de nivel de confianza.

El resultado obtenido en esta investigación es menor al encontrado por Bosquez, (2013) quién elaboró panes de una mezcla de harinas de quinua, papa y trigo, con una variabilidad de fibra entre 6.01 y 4.00%.

Gráfico N° 6. Medias de la variable fibra



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 6, se observa la variabilidad entre los promedios de la variable fibra de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

5.2. Análisis estadístico de la propiedad reológica de la fuerza de gluten

Cuadro N° 22. Análisis de varianza para la variable fuerza de gluten

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 78,7724 | 8 | 9,84655 | 108,67 | 0,0000** |
| B: REPETICIONES | 0,457606 | 1 | 0,457606 | 5,05 | 0,0548NS |
| ERROR | 0,724844 | 8 | 0,0906056 | | |
| TOTAL | 79,9549 | 17 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 22, se muestra el análisis de varianza de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca para la variable fuerza de gluten en la que se observa que existe diferencia significativa ($\alpha = 0,05$) para los tratamientos; pero, con respecto a las repeticiones no existe diferencia significativa.

Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por Guerrero *et al.*, (2009) quién estudió el efecto de la sustitución de la harina de trigo por la harina

de quinua, se observó diferencia significativa en los tratamientos, con sustituciones parciales desde 5 a 40%.

Cuadro N° 23. Prueba Tukey para la variable fuerza de gluten

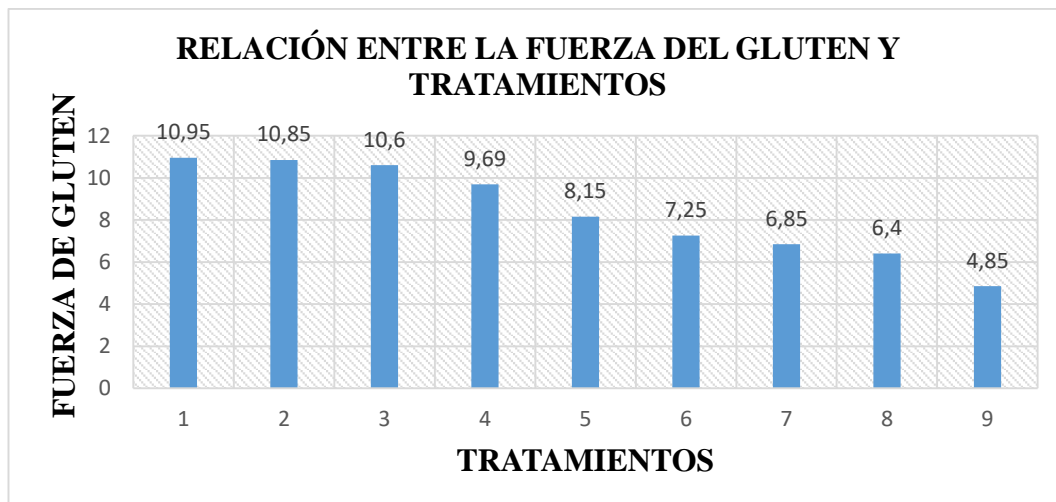
| Tratamientos | Medias (mm) | n | Rangos |
|--------------|-------------|---|--------|
| 1 | 10,95 | 2 | A |
| 2 | 10,85 | 2 | A B |
| 3 | 10,60 | 2 | A B |
| 4 | 9,69 | 2 | B |
| 5 | 8,15 | 2 | C |
| 6 | 7,25 | 2 | C D |
| 7 | 6,85 | 2 | D |
| 8 | 6,40 | 2 | D |
| 9 | 4,85 | 2 | E |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 23, se aprecia la prueba de Tukey de los promedios de los tratamientos de las diferentes mezclas de harina de trigo, quinua y oca, para la variable fuerza de gluten con dos repeticiones en la que se observa que se forman 5 grupos, la media más alta correspondió al tratamiento T1 (10,95%) y la media más baja correspondió al tratamiento T9 (4,85%), una variabilidad entre 4,85- 10,95% y con un 95,0% de nivel de confianza.

El resultado obtenido en esta investigación es menor al encontrado por Guerrero *et al.*, (2009) quién obtuvo valores de fuerza de gluten con una variabilidad de 13,11 y 5,85mm. Con sustituciones de harina de trigo que fueron a partir desde 10 a 30% menciona que son parámetros para determinar la calidad del pan.

Gráfico N° 7. Medias de la fuerza del gluten



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el gráfico N° 7, se observa la variabilidad entre los promedios de la variable fuerza del gluten de los tratamientos de las diferentes mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca.

5.3. Análisis estadístico de la evaluación sensorial de los panecillos

5.3.1. Color

Cuadro N° 24. Análisis de la varianza del atributo color

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón -F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|----------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 4,71 | 8 | 0,59 | 1,77 | 0,0958NS |
| B: CATADORES | 0,25 | 1 | 0,25 | 0,77 | 0,3843NS |
| ERROR | 26,62 | 80 | 0,33 | | |
| TOTAL | 31,58 | 89 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 24, se muestra el análisis de varianza del atributo color del producto terminado nos muestra que el efecto A (Tratamientos) no existe diferencia

significativa; y, que el efecto B (Catadores) de igual manera no existe diferencia significativa.

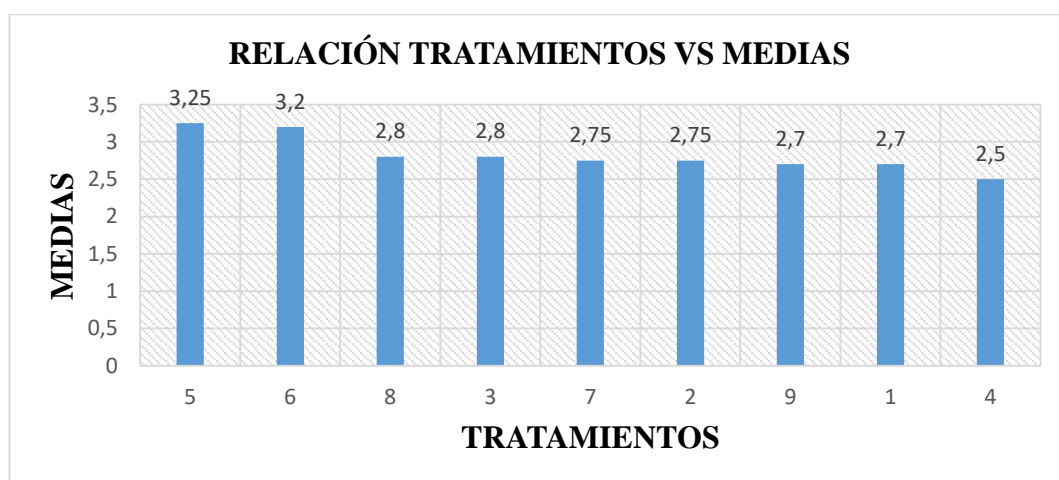
Cuadro N° 25. Prueba de Tukey del atributo color

| Tratamientos | Medias | n | Rangos |
|--------------|--------|----|--------|
| 5 | 3,25 | 10 | A |
| 6 | 3,20 | 10 | A |
| 8 | 2,80 | 10 | A |
| 3 | 2,80 | 10 | A |
| 7 | 2,75 | 10 | A |
| 2 | 2,75 | 10 | A |
| 9 | 2,70 | 10 | A |
| 1 | 2,70 | 10 | A |
| 4 | 2,50 | 10 | A |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 25, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo color, los resultados obtenidos nos indican que al 5% de nivel de significancia, se determinó un rango (A). En la que se observó que todos los tratamientos no existen diferencia significativa, de los cuales el tratamiento T5 con una media de 3,25 es el más alto, que equivale a bueno.

Gráfico N° 8. Perfil de los tratamientos para el atributo color



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 8, se observa las medias de los tratamientos en donde se aprecia que el tratamiento T5 es el más alto en cuanto al atributo color del producto terminado. Que corresponde al 10% harina de quinua, 10% harina de oca y 80% harina de trigo.

5.3.2. Olor

Cuadro N° 26. Análisis de la varianza del atributo olor

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|-----------------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 15,84 | 8 | 1,98 | 6,16 | 0,0001** |
| B: CATADORES | 2,88 | 1 | 2,88 | 8,97 | 0,0037* |
| ERROR | 25,69 | 80 | 0,32 | | |
| TOTAL | 44,41 | 89 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018),

En el cuadro N° 26, se muestra el análisis de varianza del atributo olor del producto terminado nos muestra que el efecto A (Tratamientos) existe diferencia altamente significativa; y, el efecto B (Catadores) también existe diferencia significativa.

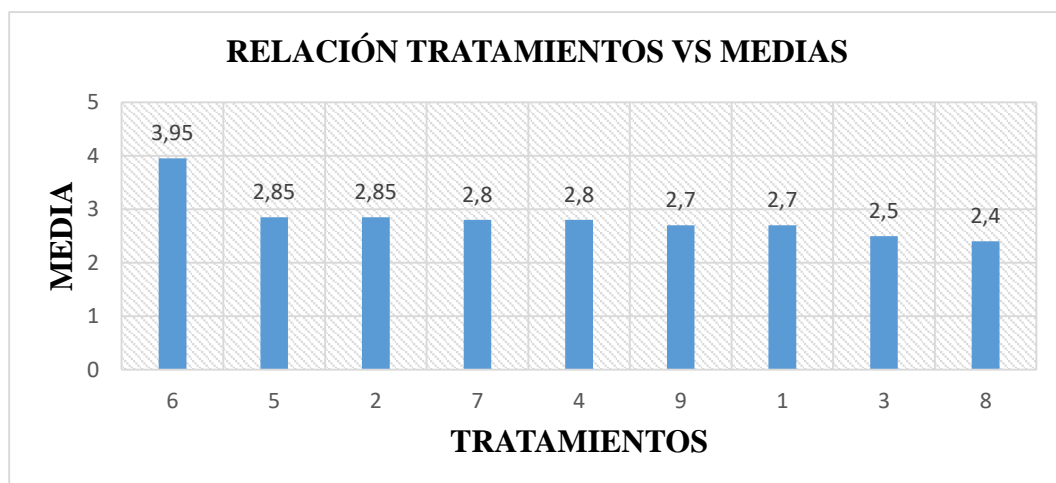
Cuadro N° 27. Prueba de Tukey del atributo olor

| Tratamiento | Medias | n | Rangos |
|-------------|--------|----|--------|
| 6 | 3,95 | 10 | A |
| 5 | 2,85 | 10 | B |
| 2 | 2,85 | 10 | B |
| 7 | 2,80 | 10 | B |
| 4 | 2,80 | 10 | B |
| 9 | 2,70 | 10 | B |
| 1 | 2,70 | 10 | B |
| 3 | 2,50 | 10 | B |
| 8 | 2,40 | 10 | B |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 27, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo olor, se determinaron dos rangos (A, B), siendo únicamente el T6 diferente con un valor de 3,95 que equivale a bueno, y los otros tratamientos el panel de catadores les dio una valoración de regular.

Gráfico N° 9. Perfil de los tratamientos para el atributo olor



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 9, se observa las medias de los tratamientos en donde se aprecia que el tratamiento T6 es el más alto en cuanto al atributo olor del producto terminado. Que corresponde al 10% harina de quinua, 15% harina de oca y 75% harina de trigo.

5.3.3. Sabor

Cuadro N° 28. Análisis de varianza del atributo sabor

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A:TRATAMIENTOS | 14,96 | 8 | 1,87 | 4,02 | 0,0005* |
| B:CATADORES | 5,01 | 1 | 5,01 | 10,78 | 0,0015* |
| ERROR | 37,19 | 80 | 0,46 | | |
| TOTAL | 57,16 | 89 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 28, se muestra el análisis de varianza del atributo sabor del producto terminado nos muestra que el efecto A (Tratamientos) existe diferencia altamente significativa; y, el efecto B (Catadores) existe diferencia significativa.

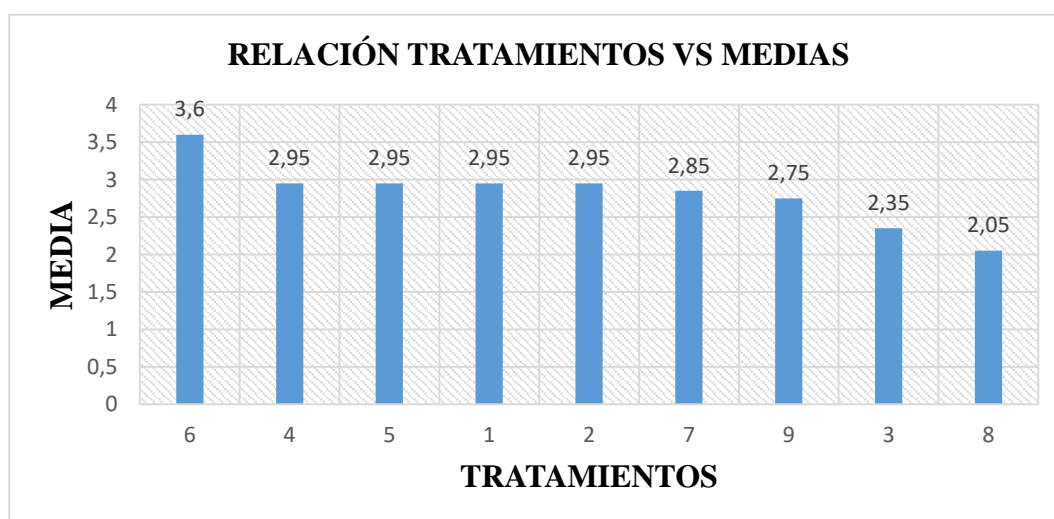
Cuadro N° 29. Prueba de Tukey del atributo sabor

| Tratamientos | Medias | n | Rangos |
|--------------|--------|----|--------|
| 6 | 3,60 | 10 | A |
| 4 | 2,95 | 10 | A B |
| 5 | 2,95 | 10 | A B |
| 1 | 2,95 | 10 | A B |
| 2 | 2,95 | 10 | A B |
| 7 | 2,85 | 10 | A B |
| 9 | 2,75 | 10 | A B |
| 3 | 2,35 | 10 | B |
| 8 | 2,05 | 10 | B |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja 2018).

En el cuadro N° 29, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo sabor, se determinaron dos rangos (A, B). De los cuales el tratamiento T6 con un valor de 3,60 es el más alto, que equivale a bueno.

Gráfico N° 10. Perfil de los tratamientos para el atributo sabor



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico 10, se observa las medias de los tratamientos en donde se aprecia que el tratamiento T6 es el más alto en cuanto al atributo sabor del producto terminado. Que corresponde al 10% harina de quinua, 15% harina de oca y 75% harina de trigo.

5.3.4. Textura

Cuadro N° 30. Análisis de varianza del atributo textura

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 13,77 | 8 | 1,72 | 3,32 | 0,0025* |
| B: CATADORES | 0,01 | 1 | 0,01 | 0,02 | 0,8889NS |
| ERROR | 41,46 | 80 | 0,52 | | |
| TOTAL | 55,25 | 89 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 30, se muestra el análisis de varianza del atributo textura del producto terminado nos muestra que el efecto A (Tratamientos) existe diferencia significativa, y que el efecto B (Catadores) no existe diferencia significativa.

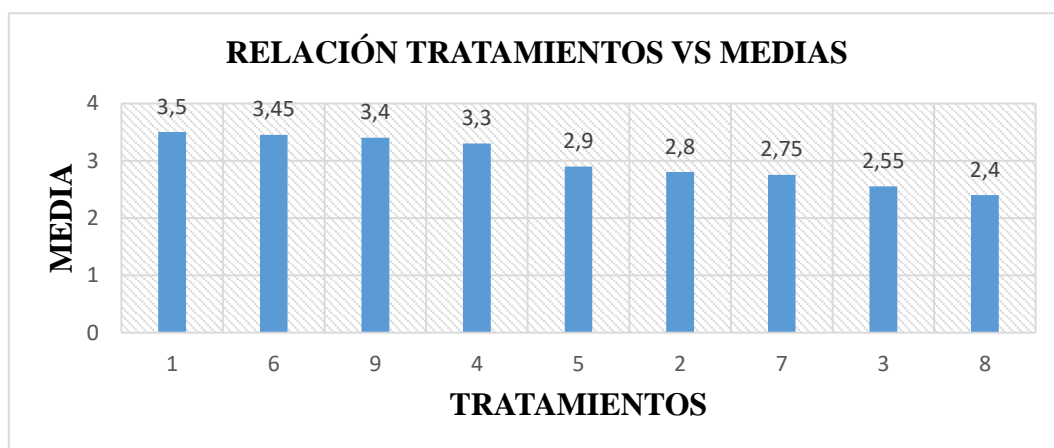
Cuadro N° 31. Prueba de Tukey del atributo textura

| Tratamiento | Medias | n | Rango |
|-------------|--------|----|-------|
| | | | |
| 1 | 3,50 | 10 | A |
| 6 | 3,45 | 10 | A B |
| 9 | 3,40 | 10 | A B |
| 4 | 3,30 | 10 | A B |
| 5 | 2,90 | 10 | A B |
| 2 | 2,80 | 10 | A B |
| 7 | 2,75 | 10 | A B |
| 3 | 2,55 | 10 | A B |
| 8 | 2,40 | 10 | B |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 31, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo textura, se observa que se forman dos rangos (A, B). De los cuales el tratamiento T1 con una media de 3,50 es el más alto que equivale a semi-blando.

Gráfico N ° 11. Perfil de los tratamientos para el atributo textura



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico N° 11, se observa las medias de los tratamientos en donde se aprecia que el tratamiento T1 es el más alto en cuanto al atributo textura del producto terminado. Que corresponde al 5% harina de quinua, 5% harina de oca y 90% harina de trigo.

5.3.5. Aceptabilidad

Cuadro N° 32. Análisis de varianza del atributo aceptabilidad

| Fuente | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|----------------------|-------------------|----|----------------|---------|----------|
| EFFECTOS PRINCIPALES | | | | | |
| A: TRATAMIENTOS | 17,32 | 8 | 2,17 | 6 | 0,0001** |
| B: CATADORES | 0,25 | 1 | 0,25 | 0,71 | 0,4034NS |
| ERROR | 28,87 | 80 | 0,36 | | |
| TOTAL | 46,45 | 89 | | | |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018)

En el cuadro N° 32, se muestra el análisis de varianza del atributo aceptabilidad del producto terminado muestra que el efecto A (Tratamientos) existe diferencia altamente significativa, y que el efecto B (Catadores) no existe diferencia significativa.

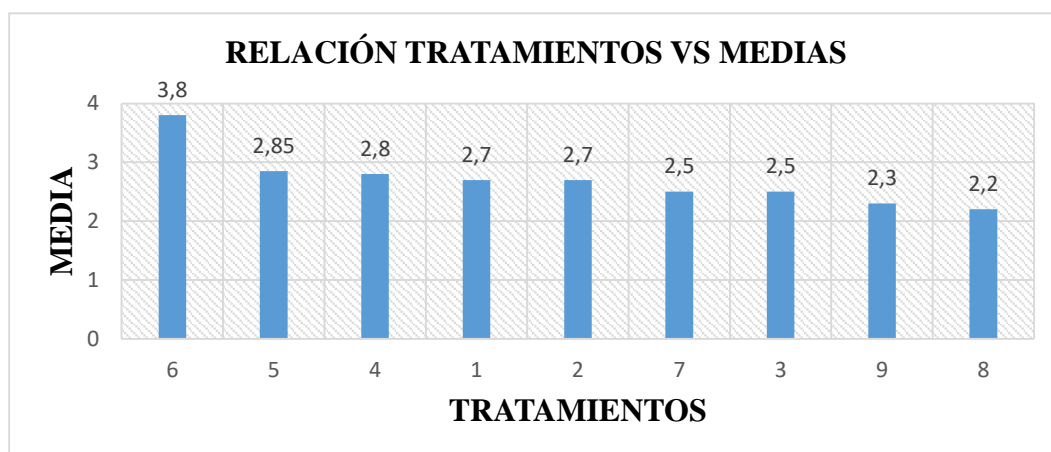
Cuadro N° 33. Prueba de Tukey del atributo aceptabilidad

| Tratamiento | Medias | N | Rangos |
|-------------|--------|----|--------|
| 6 | 3,80 | 10 | A |
| 5 | 2,85 | 10 | B |
| 4 | 2,80 | 10 | B |
| 1 | 2,70 | 10 | B |
| 2 | 2,70 | 10 | B |
| 7 | 2,50 | 10 | B |
| 3 | 2,50 | 10 | B |
| 9 | 2,30 | 10 | B |
| 8 | 2,20 | 10 | B |

Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el cuadro N° 33, se aprecia la prueba de Tukey para el atributo aceptabilidad, los resultados obtenidos nos indican que al 5% de nivel de significancia, se determinaron dos rangos (A, B). De los cuales el tratamiento T6 con una media de 3,80 es el más alto, que equivale a muy bueno.

Gráfico N° 12. Perfil de los tratamientos para el atributo aceptabilidad

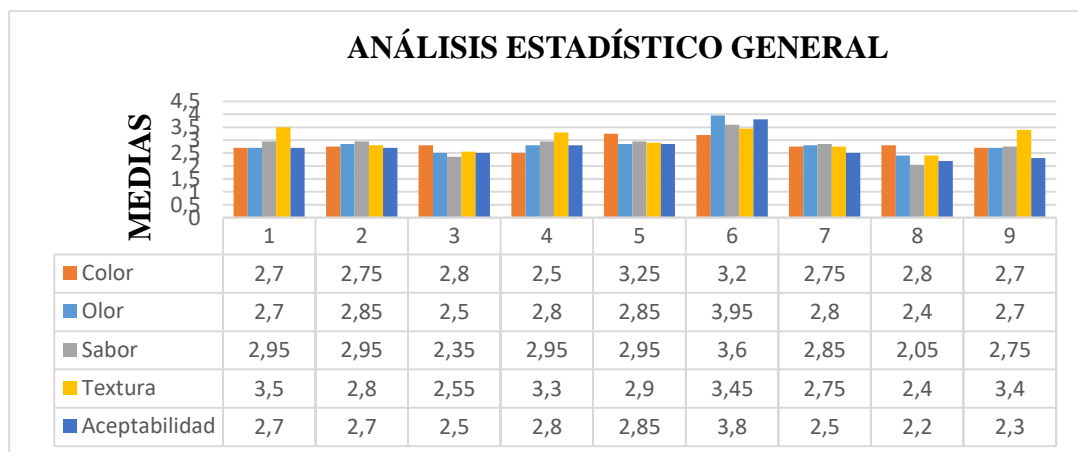


Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

En el gráfico 12, se observa las medias de los tratamientos en donde se aprecia que el tratamiento T6 es el más alto en cuanto al atributo aceptabilidad del producto terminado. Que corresponde al 10% harina de quinua, 15% harina de oca y 75% harina de trigo.

El resumen de las medias del análisis sensorial obtenido por los catadores se presenta en el gráfico 13.

Gráfico N° 13. Perfil general de las medias de los tratamientos



Fuente: Trabajo de campo. (Borja, 2018).

De este gráfico N° 13, se muestra el análisis estadístico general de la evaluación sensorial del panecillo elaborado con mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, en el que se aprecia que el mejor tratamiento es el T6, que fue el más aceptable por los catadores en los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

5.4. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento T6

Los resultados del análisis fisicoquímico en el panecillo elaborado con la mezcla de harinas de trigo, quinua y oca se presentan en el cuadro 34.

Cuadro N° 34. Resultados de los análisis fisicoquímicos del panecillo T6

| PRODUCTO | T | HUMEDAD % | CENIZAS gr | PROTEÍNA % | FIBRA % |
|-----------------|----------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| PANECILLO | T6 | 21.17 | 0.83 | 14.94 | 4.84 |

Elaborado por: (Borja, 2018)

En el cuadro N° 34, se aprecia los resultados fisicoquímicos del panecillo con mezcla de las harinas trigo, quinua y oca la misma que reportó para la humedad 21,17%, cenizas el 0,83%, la proteína 14,92 %, la fibra 4,84%, respectivamente. Comparado con la norma técnica nicaragüense está dentro de las especificaciones de calidad.

5.5. Análisis microbiológico del mejor tratamiento T6

Los resultados de los análisis microbiológicos en el panecillo elaborado con la mezcla de harinas de trigo, quinua y oca se presentan en el cuadro 35.

Cuadro N° 35. Resultados de los análisis microbiológicos del panecillo T6

| PRODUCTO | T | Coliformes totales ufc/g | E. coli ufc/g | Mohos ufc/g | Levaduras ufc/g |
|-----------------|----------|-------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------------|
| PANECILLO | T6 | <10 | <10 | <10 | <10 |

Elaborado por: (Borja, 2018)

En el cuadro N° 35, se reportan resultados de análisis microbiológicos para el panecillo elaborado con las mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, se observó un valor <10 tanto para coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras, comparado con la norma técnica nicaragüense está dentro de las especificaciones de calidad.

5.6. Análisis de costo/beneficio del mejor tratamiento T6

Con base a los resultados sensoriales, para la evaluación del costo y beneficio del mejor tratamiento T6 se utilizó, las mezclas (harina de quinua 10% y harina oca 15% y harina de trigo 75%), que fue seleccionada como la mejor mezcla por los catadores mediante la evaluación sensorial de los tratamientos.

Cuadro N° 36. Análisis de costo y beneficio del mejor tratamiento T6 para la elaboración de panecillos.

| Ingredientes | Cantidad | Costo |
|-------------------------------|-----------------|--------------|
| Harina de quinua | 10 gr | 0.12 |
| Harina de oca | 75 gr | 0.35 |
| Harina de trigo | 454 gr | 0.50 |
| Levadura | 30gr | 0.10 |
| Mantequilla | 50gr | 0.18 |
| Sal | 0,5gr | 0.01 |
| Azúcar | 25gr | 0.03 |
| Chocolate | 45gr | 0.03 |
| Polvo de higo | 1 gr | 0.02 |
| Grageas | 5gr | 0.06 |
| Huevos | 3 unid | 0.30 |
| Gas | - | 0.25 |
| Mano de obra | - | 2.00 |
| COSTOS DIRECTOS (CD) | | 3.83 |
| COSTOS INDIRECTOS (CI) | | 1.75 |
| COSTO DE PRODUCCIÓN | | 5.58 |
| PVP | | 7.95 |
| R. COSTO BENEFICIO | | 1.42 |
| RENTABILIDAD | | \$ 2.37 |

Elaborado por: (Borja, 2018)

En el cuadro N° 36, se observa el análisis económico de la relación costo/beneficio, del tratamiento T6 que corresponde (harina de quinua 10%, harina de oca 15% y harina de trigo 75%), se obtuvo el costo total de producción para la elaboración de 1Kg. de panecillos es de \$ 5,58, ofertándolo al consumidor final un producto con un peso de 30 g. Al precio de \$ 0.15, obtuve una rentabilidad de \$ 2,37 por cada

1Kg. de producto vendido; es decir, que por cada dólar invertido se obtuvo una utilidad de 42 centavos de dólar. La elaboración de panecillos a partir de harina de trigo con sustituciones parciales de harinas de quinua y oca es muy rentable, al elaborar panecillos en cantidades mayores se obtendrá mayores valores de rentabilidad.

CAPITULO VI

6. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis Alternativa (H_i)

¿Es factible elaborar panecillos con diferentes formulaciones de harina de trigo, quínoa y oca que cumpla las exigencias de calidad e inocuidad?

6.2. Prueba T para una media

$$\mu_0 = \bar{x}$$

$$\mu_i \neq \bar{x}$$

Probando que $\mu_0 = 3$

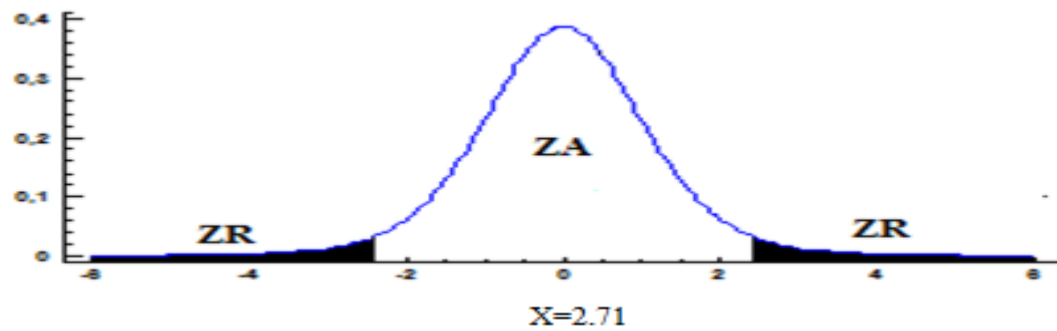
Porque en una escala idónea del 1 al 5, siendo 3 bueno y es el valor mínimo que debe cumplir un producto en el mercado con relación a su aceptabilidad. En el siguiente cuadro se puede apreciar la verificación de la hipótesis

Cuadro N° 37. Verificación de hipótesis

| Variable | n | Media | DE | LI | LS | T | p(Bilateral) |
|---------------|----|-------|------|------|------|-------|--------------|
| Aceptabilidad | 90 | 2,71 | 0,72 | 2,55 | 2,82 | -3,87 | 0,0002 |

Elaborado por: (Borja, 2018)

Gráfico N° 14. Comprobación de Hipótesis



Elaborado por: (Borja, 2018)

En el gráfico 14, de la Campana de Gauss se observa el análisis de comprobación de hipótesis, usando la prueba estadística T de student, el resultado está fuera del área de aceptación de la hipótesis nula, por ende, se acepta la hipótesis alterna, teniendo una probabilidad menor de 0,0002% de haber cometido error tipo 1; es decir, que tenemos una altísima probabilidad de afirmar la aceptación del producto, se comprueba que es factible elaborar panecillos con diferentes formulaciones de harina de trigo, quínoa y oca que cumpla las exigencias de calidad e inocuidad.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- En los análisis fisicoquímicos realizados a las mezclas de las harinas de trigo, quinua y oca, para la determinación de humedad, cenizas, carbohidratos, proteína y fibra, se observaron incrementos en el porcentaje a medida que se incrementó el nivel de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua y oca, estos valores se encuentran dentro de los límites permitidos por la norma INEN 616 y la norma nicaragüense.
- En los análisis reológicos de la fuerza de gluten se apreció cambios durante el proceso de amasado, apreciándose pérdidas de elasticidad debido a la sustitución parcial de la harina de trigo.
- Se determinó mediante el análisis sensorial en una escala de 1 - 5 puntos, presento una valoración de bueno (3) al tratamiento T6 con el código A2B3C1 que corresponde (harina de quinua 10%, harina de oca 15% y harina de trigo 75%), fue el más aceptado por presentar altos valores en los atributos color, sabor y aceptabilidad.
- En los análisis fisicoquímicos realizados en la mezcla de la harina del mejor tratamiento T6, que corresponde (harina de quinua 10%, harina de oca 15% y harina de trigo 75%), reportaron los siguientes valores: 21,17% de humedad, 0.8833% de cenizas; 14.94% de proteína; 4.84% de fibra, encontrando un aumento en el valor nutricional de los panecillos debido a la composición de los ingredientes, estos valores se encontrar dentro de los límites permitidos por la norma INEN 616 , y la norma nicaragüense.

- En el análisis microbiológico para el mejor tratamiento del producto terminado T6, que corresponde (harina de quinua 10%, harina de oca 15% y harina de trigo 75%), para el recuento total de coliformes totales, E. coli, mohos y levaduras reportaron valores <10 por lo que el producto no presentó ningún tipo de contaminación alguna, estos valores están ubicados dentro de los límites permitidos por la norma nicaragüense.
- En el análisis económico de la relación costo/beneficio del mejor tratamiento T6 que corresponde (harina de quinua 10%, harina de oca 15% y harina de trigo 75%), para la elaboración de panecillos, se determinó que el costo total de producción para la elaboración del mejor tratamiento es \$5.58, teniendo la relación del costo beneficio \$1.42, es decir, por cada \$1,00 invertido se obtendrá una ganancia de 42 centavos de utilidad.

7.2. Recomendaciones

Al culminar la investigación se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda sustituir la harina de trigo con otras harinas alternativas como la harina de cebada, centeno, sorgo entre otras, con la finalidad de incrementar el valor nutricional en lípidos, hidratos de carbono, proteína, fibra y entre otros componentes que son muy importantes en la obtención de nuevos productos innovadores de panificación para una mejor alimentación.
- Se recomienda que la sustitución parcial de la harina de trigo por harinas de quinua y oca se lo debe realizar en mínimos porcentajes de 5, 10 y 15% con la finalidad de no influir la propiedad reológica de la fuerza del gluten durante el proceso de amasado; y, no pierda la elasticidad en la elaboración de panecillos.
- Se recomienda que durante la elaboración de panecillos se debe utilizar ingredientes ricos en proteína como huevos, chocolate, leche etc., con la finalidad de incrementar el valor nutricional del producto.

- Se recomienda que durante la elaboración de panecillos de debe esterilizar los materiales y equipos con el propósito de obtener un producto aséptico sin contaminación de bacterias y microorganismos
- Durante la elaboración de panecillos se recomienda hacer el beneficio/ costo de los panecillos para la terminación de si el producto es rentable.

BIBLIOGRAFÍA

- BARBERIS, N.A.: "Evolución y perspectiva mundial y nacional de la producción y el comercio de trigo: 1-22, 2014.
- BOSQUEZ, L.M.; " Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua, y papa en la elaboración de pan ", Tesis de grado: 44-70, 2013.
- BURRIEZA, H.; MARTÍNEZ-TOSAR.; AVELLA-GRILLIA, M.; KOBAYASHI, K.; ; MALDONADO, S.: "El grano de quinua y las dehidrinadas.", Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, 3(5): 16-24, 2013.
- DAYSI, B.; BETANCUR, H.; QQUENTA, S.: " En la elaboración de pan Chuta a partial replacement of wheat flour (Triticum aestivum) by quinoa flours (Chenopodium Quinoa Wild); cañihua (Chenopodium pallidicaule); and chia (Salvia hispanica L .) in breadmaking Chuta", 4(1): 21-25, 2015.
- DE LA VEGA, G.: "Proteínas de la harina de trigo : clasificación y propiedades funcionales", Temas de Ciencia y Tecnología, 13(38): 27-32, 2009.
- DÍAZ, R.; HERNÁNDEZ, M.: "Propiedades Reológicas Y De Textura De Formulaciones Para Panificación Con Inclusión De Quinoa", Colombia , 19: S270-S272, 2012.
- FAO-ALADI: Tendencias y perspectivas del comercio internacional de quinua., pp. 56, ISBN-978-92-5-308135-6, 2014.
- GAD DE BOLIVAR: "Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia del Cañar", 62-63, 2008. Disponible en: [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0360000150001_Plan de desarrollo y ordenamiento territorial_04-08-2015_10-08-14](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0360000150001_Plan%20de%20desarrollo%20y%20ordenamiento%20territorial_04-08-2015_10-08-14).
- GARCILAZO, V.; "Comentarios reales de los incas " 1609, Portugal-Lisboa. GARÓFALO, J.; PONCE-MOLINA, L.; ABAD, S.: Guía del cultivo de trigo. Boletín divulgativo No. 411, 2011.
- GUERRERO, D.; RIVERA, S.; M. CARRASCO. L.H.: "Efecto de sustitución de la harina de trigo por harina de quinua en las propiedades reológicas para la elaboración de pan ", 33-43,2009.
- INEN: "Harina de trigo requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana. Cuarta revision.", 2015.

- INTA: "Quinoa", 2013.
- JUÁREZ, Z.N.; BÁRCENAS-POZOS, M.E.; HERNÁNDEZ, L.R.: "El grano de trigo : características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento", *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1): 79-92, 2014.
- LEÓN MARROÚ, E.M.; VILLACORTA GONZÁLEZ, M.Y.; PAGADOR FLORES, S.E.: "Composición química de oca (*Oxalis tuberosa*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y tarwi (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios", *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, ISSN-2218-4384, 2(2): 239-252, 2011.
- MAGAP: "Precio internacional de trigo, Golfo de Estados Unidos. Año 2015." 1-6, 2015.
- MATOS, C.A.; MUÑOZ A,K.; Elaboración de pan con sustitucion de harina Pre cocida de Ñuña (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*)", *Revista de investigacion en Ciencia y Tecnologia de Alimentos*, 1: 31-35, 2010.
- MORAES: ØLLGAARD B, L.: P; K.: BALSLEV, F.B.& H.: "Tubérculos", *Botánica Económica de los Andes Centrales*, : 347-369, 2006.
- NAVRUZ-VARLI, S.; SANLIER, N.: "Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)", *Journal of Cereal Science*, ISSN-10959963, DOI-10.1016/j.jcs.2016.05.004, 69: 371-376, 2016.
- PAUCAR-MENACHO, L.M.; SALVADOR-REYES, R.; GUILLÉN-SÁNCHEZ, J.; MORI-ARISMENDI, S.: "Effect of partial substitution of wheat flour by soybean meal in technological and sensory characteristics of cupcakes for children of school age", *Scientia Agropecuaria*, ISSN-20779917, DOI-10.17268/sci.agropecu.2016.02.05, 7(2): 121-132, 2016.
- REYES, MONTAÑO, E.A.; ÁVILA-TORRES, D.P.; GUEVARA-PULIDO, J.O.: "Componente nutricional de diferentes variedades de quinua de la región andina", *VANCES Investigación en Ingeniería*, (5): 86-97, 2006.
- RODRIGUEZ, E.; LASCANO, A.; SANDOVAL, G.: "Influencia de la sustitucion parcial de la harina de trigo por harina de quinua y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de Masas", *Artículo Científico*, 15(1): 199-207, 2012.

- SALGADO NAVA, A.; JIMENEZ MUNGUÍA, M.: "Métodos de control de crecimiento microbiano en el pan", Temas Selectos Ingeniería De Alimentos, 2: 160-172, 2012.
- UNICEF: "Datos y cifras clave sobre nutrición", Improving Child Nutrition: The achievable imperative for global progress, 140: 348-54, 2013.
- VALDIVIESO; MANUEL: "Producción orgánica de haba (Vicia faba)", Producción Orgánica de Cultivos Andinos (Manual Técnico), 126: 192, 2007.
- VÁSQUE, F.; VERDU, S.; ISLAS, A.; BARAT, J.; GRAU, R.: "Efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan", Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 17(2): 307-317, 2016.
- ZULETA, Á.; BINAGHI, M.; GRECO, C.; AGUIRRE, C.; DE LA CASA, L.; TADINI, C.; RONAYNE DE FERRER, P.: "Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales", Revista chilena de nutrición, ISSN-0717-7518, DOI-10.4067/S0717-75182012000300009, 39(3): 58-64, 2012.

ANEXOS

Anexo N°1. Ubicación de la investigación



Fuente: Arcgis, 2016

Elaborado por: (Borja, 2018)

Anexo N° 2. Hoja de evaluación sensorial

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PANECILLO

Fecha.....

Nombre.....

Instrucciones: Sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una X el punto que mejor indique su sentido acerca de la muestra.

| CARACTERÍSTICAS | ALTERNATIVAS | TRATAMIENTOS | | | | | | | | |
|-----------------|--------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Color | Malo | | | | | | | | | |
| | Regular | | | | | | | | | |
| | Bueno | | | | | | | | | |
| | Muy Bueno | | | | | | | | | |
| | Excelente | | | | | | | | | |
| Olor | Muy Malo | | | | | | | | | |
| | Malo | | | | | | | | | |
| | Regular | | | | | | | | | |
| | Bueno | | | | | | | | | |
| | Muy bueno | | | | | | | | | |
| Sabor | Malo | | | | | | | | | |
| | Regular | | | | | | | | | |
| | Bueno | | | | | | | | | |
| | Muy Bueno | | | | | | | | | |
| | Excelente | | | | | | | | | |
| Textura | Muy Duro | | | | | | | | | |
| | Duro | | | | | | | | | |
| | Semi-Blando | | | | | | | | | |
| | Blando | | | | | | | | | |
| | Muy Blando | | | | | | | | | |
| Aceptabilidad | Malo | | | | | | | | | |
| | Regular | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Bueno | | | | | | | | | | | |
| | Muy Bueno | | | | | | | | | | | |
| | Excelente | | | | | | | | | | | |

Fuente: (Witting, 2001). **Modificado por:** (Borja, 2018)

Observaciones:

Anexo N° 3. Calificaciones de la evaluación sensorial

Cuadro N° 38. Datos de la evaluación sensorial

| Producto | Personas | Características | | | | |
|--------------------|------------------|------------------------|-------------|--------------|----------------|----------------------|
| Tratamiento | Catadores | Color | Olor | Sabor | Textura | Aceptabilidad |
| 1 | 1 | 3 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 3,0 |
| 1 | 2 | 2 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 1 | 3 | 3 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 3,0 |
| 1 | 4 | 2 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 |
| 1 | 5 | 3 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 2,0 |
| 1 | 6 | 3 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,0 |
| 1 | 7 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 3,5 | 3,5 |
| 1 | 8 | 3,5 | 4,0 | 3,5 | 4,0 | 2,0 |
| 1 | 9 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 3,0 |
| 1 | 10 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,5 | 3,0 |
| 2 | 1 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 |
| 2 | 2 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 2 | 3 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 |
| 2 | 4 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 |
| 2 | 5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 2,0 | 3,0 |
| 2 | 6 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 3,0 | 2,0 |
| 2 | 7 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 2 | 8 | 3,0 | 2,5 | 3,5 | 2,5 | 2,5 |
| 2 | 9 | 3,5 | 4,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 2 | 10 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 |
| 3 | 1 | 2,0 | 3,0 | 1,0 | 4,0 | 3,0 |
| 3 | 2 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 3,5 | 2,0 |
| 3 | 3 | 3,5 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 2,0 |
| 3 | 4 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 3 | 5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 |
| 3 | 6 | 3,5 | 1,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 |
| 3 | 7 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 3 | 8 | 3,5 | 3,5 | 1,0 | 1,0 | 2,0 |
| 3 | 9 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 1,0 | 3,0 |
| 3 | 10 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| 4 | 1 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 4,0 |
| 4 | 2 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 4 | 3 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 4 | 4 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 |

| | | | | | | |
|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 4 | 5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 2,0 |
| 4 | 6 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,0 |
| 4 | 7 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 3,5 | 3,5 |
| 4 | 8 | 2,5 | 4,0 | 3,5 | 4,0 | 2,0 |
| 4 | 9 | 2,5 | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 3,0 |
| 4 | 10 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 5 | 1 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 |
| 5 | 2 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 5 | 3 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 |
| 5 | 4 | 3,5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 |
| 5 | 5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 2,0 | 3,0 |
| 5 | 6 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 3,0 | 2,0 |
| 5 | 7 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 4,0 | 4,0 |
| 5 | 8 | 3,5 | 2,5 | 3,5 | 2,5 | 3,0 |
| 5 | 9 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 5 | 10 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 3,0 |
| 6 | 1 | 3,0 | 4,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 |
| 6 | 2 | 3,0 | 3,5 | 3,0 | 4,0 | 4,0 |
| 6 | 3 | 2,5 | 4,0 | 4,0 | 3,0 | 3,0 |
| 6 | 4 | 3,0 | 4,0 | 4,0 | 5,0 | 5,0 |
| 6 | 5 | 2,5 | 4,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 6 | 6 | 5,0 | 4,0 | 3,0 | 2,5 | 4,0 |
| 6 | 7 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 5,0 | 4,0 |
| 6 | 8 | 3,0 | 5,0 | 5,0 | 3,0 | 4,0 |
| 6 | 9 | 3,5 | 3,5 | 5,0 | 4,0 | 4,0 |
| 6 | 10 | 3,5 | 5,0 | 3,5 | 2,5 | 4,0 |
| 7 | 1 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| 7 | 2 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 1,5 |
| 7 | 3 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 |
| 7 | 4 | 2,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 7 | 5 | 3,0 | 3,0 | 4,0 | 2,0 | 3,0 |
| 7 | 6 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| 7 | 7 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| 7 | 8 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 7 | 9 | 3,5 | 4,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 7 | 10 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 2,5 |
| 8 | 1 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 2,0 |
| 8 | 2 | 3,0 | 2,0 | 1,0 | 3,5 | 1,0 |
| 8 | 3 | 3,5 | 2,0 | 3,5 | 3,0 | 2,0 |
| 8 | 4 | 2,0 | 3,0 | 1,0 | 3,0 | 3,0 |
| 8 | 5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 |

| | | | | | | |
|------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8 | 6 | 3,5 | 1,0 | 3,0 | 3,5 | 2,5 |
| 8 | 7 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 2,0 | 2,0 |
| 8 | 8 | 3,5 | 3,5 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 8 | 9 | 3,0 | 3,0 | 3,5 | 1,0 | 3,0 |
| 8 | 10 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| 9 | 1 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 2,0 |
| 9 | 2 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 3,5 | 3,0 |
| 9 | 3 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 3,0 | 3,0 |
| 9 | 4 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 2,5 |
| 9 | 5 | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 1,0 |
| 9 | 6 | 3,0 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 2,0 |
| 9 | 7 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 3,5 | 3,5 |
| 9 | 8 | 3,5 | 4,0 | 3,5 | 4,0 | 2,0 |
| 9 | 9 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,0 |
| 9 | 10 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 2,0 |
| Sumatoria | | 254,5 | 255,5 | 254 | 270,5 | 243,5 |
| Media | | 2,828 | 2,839 | 2,822 | 3,006 | 2,706 |

Elaborado por: (Borja, 2018)

Anexo N° 4. Fotografías del proceso de la obtención de la harina de oca

Recepción



Lavado



Secado solar



Secado por bandejas



Molido



Enfundado



Anexo N° 5. Fotografías del proceso de elaboración de panecillos

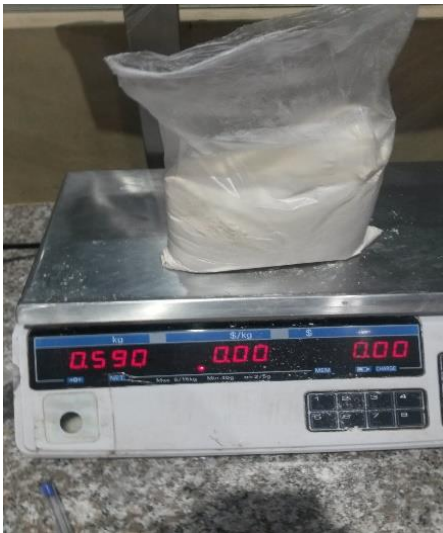
Recepción de las materias primas



**Preparación de los
tratamientos**



Pesado



**Mezclado de los
ingredientes**



Amasado



Formado y Moldeado



Leudado



Producto



Anexo N° 6. Fotografías del proceso de la evaluación sensorial

Preparación del lugar de la evaluación



Evaluación



Anexo N° 7. Análisis físico-químicos de la mezcla de las harinas de trigo, quinua y oca

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1, Cutugueguas Tlfs. 2690691-3007134, Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340

INFORME DE ENSAYO No: 17-164

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Edgar Borja
DIRECCION: Guaranda
FECHA DE EMISION: 22 de agosto de 2017
FECHA DE ANALISIS: Del 9 al 21 de agosto de 2017

INSTITUCION: Particular
ATENCION: Sr. Edgar Borja
FECHA DE RECEPCION: 08/08/2017
HORA DE RECEPCION: 15H23
ANALISIS SOLICITADO: Proteína, fibra

| ANÁLISIS | HUMEDAD | PROTEINA ^U | FIBRA ^U | IDENTIFICACIÓN |
|-------------|-----------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|
| METODO | MO-LSAIA-01.01 | MO-LSAIA-01.04 | MO-LSAIA-01.05 | |
| METODO REF. | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970 | U. FLORIDA 1970 | |
| UNIDAD | % | % | % | |
| 17-0945 | 5,42 | 13,36 | 3,61 | Harina muestra 1 E B Código a 1 b1 c1 |
| 17-0946 | 5,68 | 12,85 | 3,43 | Harina muestra 2 E B a 2 b2 c2 |
| 17-0947 | 5,94 | 12,84 | 3,16 | Harina muestra 3 E B a 3 b3 c3 |
| 17-0948 | 6,13 | 13,27 | 3,70 | Harina muestra 4 E B a 4 b4 c4 |
| 17-0949 | 6,23 | 13,73 | 3,46 | Harina muestra 5 E B a 5 b5 c5 |
| 17-0950 | 5,60 | 12,81 | 3,43 | Harina muestra 6 E B a 6 b6 c6 |
| 17-0951 | 6,54 | 13,60 | 3,51 | Harina muestra 7 E B a 7 b7 c7 |
| 17-0952 | 6,76 | 13,83 | 3,29 | Harina muestra 8 E B a 8 b8 c8 |
| 17-0953 | 6,73 | 12,75 | 3,40 | Harina muestra 9 E a 9 b9 c9 |
| 17-0954 | 6,68 | 13,42 | 3,22 | Harina Trigo muestra 10 Código E B |


Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente


RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Ivan Samaniego, M.Sc.
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo
NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo N° 8. Análisis físico-químicos del producto terminado T6 (Panecillos)


INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
 ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
 DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
 Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlts. 2680691-3007134. Fax 3007134
 Casilla postal 17-01-340



MC-LSAIA-2201-04

INFORME DE ENSAYO No: 17-171

| | |
|---|--|
| NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Edgar Borja DIRECCION: Guaranda FECHA DE EMISION: 07/09/2017 FECHA DE ANALISIS: Del 18 de agosto al 7 de septiembre de 2017 | INSTITUCION: Particular ATENCION: Sr. Edgar Borja FECHA DE RECEPCION: 17/08/2017 HORA DE RECEPCION: 15H23 ANALISIS SOLICITADO: Proximal |
|---|--|

| ANALISIS | HUMEDAD | PROTEÍNA ^Ω | | FIBRA ^Ω | | IDENTIFICACIÓN |
|----------|---------|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|----------------|
| | | MO-LSAIA-01.04 | U. FLORIDA 1970 | MO-LSAIA-01.05 | U. FLORIDA 1970 | |
| | | % | | % | | |
| | | R1 | R2 | R1 | R2 | Media |
| 17-1051 | 21,17 | 14,94 | 14,82 | 4,76 | 4,92 | 4,84 |
| | | | Media | | | |
| | | | 14,88 | | | |
| | | | | | | Pan A2 B3 C3 |

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME





Dr. Iván Samaniego-MSJ.C.
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo N° 9. Análisis microbiológico del producto terminado T6 (Panecillos)

|  | | | | | | |
|--|--|----------------|--|------------------|--|------------|
|  | CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO CÓDIGO : LACCA-REG-SG-03 | | | | VERSION: 03 Fecha de elaboración: 02-05-2017 | |
| | LABORATORIO DE ANÁLISIS Y CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS Dir: Vía Guaranda-Ambato , Guaranda Ecuador Teléfono: 2551227 ext: 1008 Correo: lab.alimentos@bolivar.gov.ec CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Certificado No: 17114 | | | | | |
| Solicitud N°: 17114 | | | | Pág: 1 de 1 | | |
| Fecha de recepción: 09/10/17 | | | Fecha de ejecución de ensayos: 09/10/17 | | | |
| Información del cliente: | | | | | | |
| Empresa: EDGAR BORJA | | | C.I/RUC: 0202341806 | | | |
| Representante: | | | Tif: 0959922169 | | | |
| Dirección: GUANUJO | | | Email: edgarborja3@gmail.com | | | |
| Ciudad: GUARANDA | | | | | | |
| Descripción de las muestras: | | | | | | |
| Producto: PAN | | | Peso: 200g | | | |
| Marca comercial: n/a | | | Tipo de envase: funda de papel | | | |
| Lote: Nn/a | | | No de muestra: 1 | | | |
| F. Elab.: 09/10/17 | | | F.Exp.: | | | |
| Conservación: Ambiente x Refrigeración: Congelación : | | | Almac. En Lab: N/A | | | |
| Cierres seguridad: Ninguno: x Íntactos: Rotos: | | | Muestreo por el cliente: x | | | |
| RESULTADOS OBTENIDOS | | | | | | |
| MUESTRAS | CÓDIGO DEL LABORATORIO | CÓDIGO CLIENTE | ENSAYO SOLICITADO | MÉTODO UTILIZADO | UNIDADES | RESULTADOS |
| PAN | 17114 | N/A | E. COLI | AOAC 110402 | ufc/g | <10 |
| | | | COLIFORMES TOTALES | AOAC 110402 | ufc/g | <10 |
| | | | MOHOS | AOAC 100401 | ufc/g | <10 |
| | | | LEVADURAS | AOAC 100401 | ufc/g | <10 |
|  | | | | | | |
| CONDICIONES AMBIENTALES: | | | | | | |
| Entrega de resultado via: Personal | | | Primera copia: Archivo Laboratorio | | | |
| Original: Cliente | | |  Ing. Erika Aroca Pinos Responsable Laboratorio | | | |
| Nota: los resultados emitidos, se refieren exclusivamente a la muestra recibida, el laboratorio no se responsabiliza por el uso incorrecto del presente certificado La información es confidencial de uso exclusivo para el cliente | | | | | | |

Anexo N° 10. Glosario de términos

Sustitución Parcial. - Es el reemplazo o cambio pequeño o mínimo de la muestra de una población. Ejemplo. Sustitución parcial de harina de trigo por las harinas de quinua, amaranto, centeno entre otras.

Pseudocereal. - Los pseudocereales son plantas de hoja ancha que, aunque no son de la familia de los cereales reciben este nombre por sus usos y propiedades tan similares a los cereales.

Quinua. – La quinua es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodioideae de las amarantáceas.

Oca. - La oca es un tubérculo que se cultiva entre 3000 y los 3900 msnm, tiene un alto contenido de carbohidratos.

Fermentación. - Proceso bioquímico en el que una sustancia orgánica se transforma en otra, generalmente más simple, por la acción de un fermento.

Levadura de panificación.- La levadura de panadería o levadura de panadero es el nombre común para las cepas de levadura utilizadas comúnmente como un agente de levadura para pan y productos de panadería, donde los azúcares fermentables presentes en la masa convierten en dióxido de carbono y etanol.

Fibra. - Filamento de origen natural, artificial o sintético, que generalmente presenta gran finura y buena flexibilidad.

Reología de los Alimentos. El estudio del comportamiento reológicos de los alimentos es importante en el control de la calidad industrial.